



*Hinc patriam sustinet*

**Instituto Superior de Agronomia  
Universidade Técnica de Lisboa**



## **Olivicultura de precisão**

**Avaliação da variabilidade espacial da produtividade e  
qualidade da azeitona e azeite num olival semi-intensivo**

**António Maria Grave Teixeira de Jesus**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

## **Engenharia Agronómica**

Orientador: Doutor Pedro Jorge Cravo Aguiar Pinto

Coorientador: Doutor Ricardo Nuno Fonseca Garcia Pereira Braga

### **Júri:**

Presidente: Doutor Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira, Professora Associada com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais: Doutor Pedro Jorge Cravo Aguiar Pinto, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, orientador;  
Doutor José Paulo Pimentel Castro Coelho, Professor Associado com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;  
Doutor Francisco Mondragão Rodrigues, Professor Coordenador da Escola Superior Agrária de Elvas do Instituto Politécnico de Portalegre;  
Doutor Ricardo Nuno da Fonseca Garcia Pereira Braga, Professor Adjunto da Escola Superior Agrária de Elvas do Instituto Politécnico de Portalegre, co-orientador.

Lisboa, 2013

## **Agradecimentos**

Quero agradecer a todos que de uma forma ou de outra, contribuíram positivamente durante o meu percurso académico no Instituto Superior de Agronomia, em especial:

À secção de agricultura pelo acolhimento num ambiente familiar e pela entreaajuda demonstrada.

Ao Professor Pedro Aguiar Pinto, pelos ensinamentos ao longo do curso e por ter aceite orientar a minha dissertação.

Ao Professor Ricardo Braga pela disponibilidade e pela ajuda tanto na recolha de dados no campo e tratamento estatístico como pelos conselhos dados durante toda a elaboração da dissertação.

À Sra. D. M<sup>a</sup> de Lurdes Marques e à Eng<sup>a</sup> Patrícia Bandeira pela preciosa ajuda no trabalho laboratorial.

Aos meus pais, por me apoiarem e proporcionarem a oportunidade de concluir a minha formação superior.

## Resumo

Nos últimos vinte anos a agricultura de precisão tem sido cada vez mais adotada, com particular incidência em alguns países e culturas. Neste âmbito, uma das ferramentas que maior interesse tem despertado tem sido a deteção remota, e os índices vegetativos que com esta se obtêm. Na olivicultura, a fotografia aérea para deteção remota das parcelas ainda não é uma prática comum, apesar do possível interesse para a identificação de zonas de gestão diferenciada, zonas de maior ou menor incidência de pragas e doenças, ou ainda zonas de melhor ou pior qualidade da azeitona e, por fim, do azeite.

Neste trabalho testou-se a utilização da deteção remota como ferramenta de descrição da variabilidade espacial de diversas variáveis importantes do ponto de vista da gestão de um olival: produtividade, rendimento em azeite, qualidade do azeite, entre outras. A magnitude da variabilidade espacial das variáveis foi também avaliada. Com este fim, efectuou-se uma amostragem espacial de um olival semi-intensivo na zona de Elvas onde em cada ponto foram determinados os valores das variáveis a descrever. Simultaneamente, foi obtida uma fotografia aérea no visível e infra-vermelho, que permitiu o cálculo de diversos índices vegetativos como por exemplo o NDVI, o SAVI, e o IPVI.

Encontraram-se modelos ajustados para explicar a variabilidade espacial através de índices obtidos pela fotografia aérea, explicando-a entre 26 e 51%, sendo o índice de maturação médio das azeitonas a variável melhor explicada.

**Palavras-chave:** Agricultura de precisão; Olivicultura; Deteção remota; Índices de vegetação; NDVI;

## Abstract

In the last twenty years precision agriculture has been increasingly adopted, with particular focus in some countries and crops. In this context, one of the tools that has aroused most interest has been remote sensing, and vegetation indices that are obtained from it. In oliviculture, aerial photography for remote sensing of plots is not yet a common practice, despite the possible interest for identifying different management zones, zones of higher or lower incidence of pests and diseases, or areas of better or worse olive quality and, finally, oil quality.

In this study we tested the use of remote sensing tool to describe the spatial variability of several important variables from the viewpoint of grove management: yield, oil yield, oil quality, among others. The magnitude of the spatial variability of the variables was also assessed. To this end, a spatial sampling scheme of a semi-intensive olive grove was carried out in Elvas at each point were determined values of the variables to be described. Simultaneously, an aerial photograph was taken in visible and infrared, which allowed the calculation of various vegetation indices such as NDVI, the SAVI, and IPVI.

Adjusted models were found to explain the spatial variability through indices obtained by using aerial photography, explaining between 26 and 51% of the variability, being the olive maturation index the variable best explained.

**Key Words:** Precision agriculture; Olive culture; Remote sensing; Vegetation indexes; NDVI;

## Extended Abstract

The purpose of this dissertation is to evaluate the spatial variability of productivity and quality of olives and olive oil in a semi-intensive olive grove. A second objective of this dissertation is to test the use of remote sensing tool to describe the spatial variability of several important variables from the viewpoint of grove management: yield, oil yield, oil quality, among others. In the last twenty years precision agriculture has been increasingly adopted, with particular focus in some countries and crops. In this context, one of the tools that has aroused most interest has been remote sensing, and vegetation indices that are obtained from it. In oliviculture, aerial photography for remote sensing of plots is not yet a common practice, despite the possible interest for identifying different management zones, zones of higher or lower incidence of pests and diseases, or areas of better or worse olive quality and, finally, oil quality.

To meet the proposed objectives, a spatial sampling scheme of a semi-intensive olive grove was carried out in Elvas at each point where determined values of the variables to be described. Simultaneously, an aerial photograph was taken in visible and infrared, which allowed the calculation of various vegetation indices such as NDVI, the SAVI, and IPVI.

The variables that were studied with more interest were the maturation index, the percentage acidity average, the yield expressed in olive oil weight per hectare and in olives weight per hectare, percentages healthy olives, chopped and with the fungus *Gloeosporium olivarum*, and percentages of fat, moisture and seed in olive.

It was observed that several vegetation indexes such as NDVI, the SAVI, and the IPVI are related to several factors of productivity and quality in olive culture. Adjusted models were found to explain the variability of the variables of interest through various data obtained from aerial photography. The adjusted models found for the ten study variables explain the spatial variability of the olive grove between 26 and 51%, and the rate of maturation of the olives that has its variability best explained by a model (51%). It is a positive idea of being able to use remote sensing in olive, for which the quality of products and resource management can be done with better performance. With this work we observe that it is possible to draw too many conclusions from reading the contents of remote sensing in olive.

## Índice Geral

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>ii</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>iii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>iv</b>
<b>Extended Abstract</b> .....	<b>v</b>
<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>viii</b>
<b>Índice de Quadros</b> .....	<b>x</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>11</b>
1.1 Objetivos.....	12
<b>2. Revisão bibliográfica</b> .....	<b>13</b>
2.1 Cultura da oliveira e produção de azeite .....	13
2.1.1 História e estatísticas de produção.....	13
2.1.2 Botânica e eco-fisiologia da cultura .....	17
2.1.3 Alguns aspetos da tecnologia de produção .....	20
2.2 Agricultura de precisão .....	24
2.2.1 Conceito .....	24
2.2.2 Tecnologias .....	24
2.2.2.1 GPS.....	24
2.2.2.2 Sistemas de informação geográfica.....	25
2.2.2.3 Monotorização da produtividade das culturas .....	25
2.2.2.4 Tecnologia de taxa variável - VRT .....	27
2.2.2.5 Cartografia da condutividade elétrica do solo .....	27
2.2.2.6 Detecção Remota .....	27
2.2.3 Aplicações .....	28
2.2.4 Olivicultura de Precisão .....	28
2.3 Detecção remota.....	30
2.3.1 Conceito .....	30
2.3.2 Metodologias e aplicação.....	32
2.3.3 Índices de vegetação .....	32
<b>3. Material e métodos</b> .....	<b>35</b>
3.1 Descrição geral da parcela .....	35
3.2 Itinerário cultural.....	37
3.3 Clima e ano climático .....	38
3.4 Solo .....	40
3.6 Amostragem para avaliação da variabilidade espacial .....	42
3.7 Metodologia para determinações na parcela.....	45
3.7.1 Índice de maturação .....	45

3.7.2 Sanidade .....	46
3.7.3 Acidez do azeite .....	46
3.7.4 Rendimento em azeite .....	47
3.7.5 Produtividade.....	47
3.7.6 Peso e Humidade da azeitona .....	49
3.8 Índices de vegetação.....	50
3.9 Índices geométricos da copa .....	51
3.10 Tratamento estatístico dos dados .....	52
<b>4. Resultados e discussão .....</b>	<b>53</b>
4.1 Amostragem pontual .....	53
4.1.1 Estatística descritiva .....	53
4.1.2 Distribuição espacial .....	53
4.2 Índices vegetativos e índices geométricos da copa.....	58
4.2.1 Estatística descritiva .....	58
4.2.2 Distribuição espacial .....	61
4.3 Correlação e modelação.....	65
4.3.1 Análise de correlação .....	65
4.3.2 Modelação estatística .....	76
<b>5. Conclusões .....</b>	<b>80</b>
<b>6. Bibliografia .....</b>	<b>82</b>
<b>7. Anexos.....</b>	<b>88</b>
7.1 Dados climáticos para a região de Elvas .....	88
7.2 Gráficos de Correlações.....	95
7.3 Análise de variância dos modelos de regressão .....	105
7.4 Estimativas dos parâmetros.....	106
7.5 Cartografia .....	116

## Índice de Figuras

Figura 1 - Evolução recente da produção de azeitona em Portugal. ....	14
Figura 2 - Evolução do grau de autoaprovisionamento de azeite em Portugal. ....	15
Figura 3 - Zonas de Produção de azeite do Alentejo.....	16
Figura 4 - Evolução Do Preço do Azeite a nível mundial nos últimos 5 anos. ....	17
Figura 5 - Alteração de cor do ápice para o pedúnculo. ....	19
Figura 6 - Estados fenológicos da oliveira.....	19
Figura 7 - Azeitonas atacadas pela Mosca da Azeitona. ....	21
Figura 8 - Lesões necróticas em azeitonas atacadas pela Gafa. ....	22
Figura 9 - Ilustração das camadas de informação de um SIG. ....	25
Figura 10 - Carta de produtividade de milho. ....	26
Figura 11 - Funcionamento da deteção remota.....	30
Figura 12 - Espectro eletromagnético. ....	31
Figura 13 - Diferenças da assinatura espectral entre videira, grão-de-bico e solo.....	32
Figura 14 - Carta de NDVI identificando as diferenças de vigor dentro da parcela.....	34
Figura 15 - Imagem aérea da parcela em estudo delimitada pela linha amarela. ....	35
Figura 16 - Azeitonas da variedade Picual.....	36
Figura 17 - Azeitonas da variedade Cobrançosa. ....	37
Figura 18 - Diagrama ombrotérmico de Gaussen para Elvas.....	38
Figura 19 - Diagrama Ombrotérmico de Gaussen para de 2011 para Elvas. ....	39
Figura 20 - Gráfico da precipitação acumulada no ano 2011. ....	40
Figura 21 – Desvio da temperatura e precipitação médias do ano 2011 em relação à normal (1958 – 1988).....	40
Figura 22 - Numeração dos pontos de amostragem na parcela.....	42
Figura 23 - Marcação das árvores amostradas.....	43
Figura 24 - Recolha das amostras em sacos individuais.....	44
Figura 25 - Sacos de amostras numerados para recolha de dados. ....	44
Figura 26 - Diferentes fases de desenvolvimento na maturação da azeitona.....	45
Figura 27 - Vibrador frontal hidráulico na colheita. ....	48
Figura 28 - Varejador a motor numa das árvores amostradas. ....	49
Figura 29 - Pesagem da azeitona de cada árvore amostrada com uma balança romana.....	49



Figura 30 - Cartas referentes à produtividade em azeitona kg/ha e em azeite kg/ha.....	55
Figura 31 - Cartas referentes à percentagem de acidez média e ao índice de maturação.....	55
Figura 32 - Cartas referentes às percentagens de frutos picados e gafados.....	56
Figura 33 - Cartas referentes à percentagem de frutos sãos e à percentagem de caroço no fruto fresco. ....	57
Figura 34 - Cartas referentes às percentagens de gordura e humidade no fruto fresco.....	57
Figura 35 – Cartas referentes ao infravermelho próximo (NIR) e ao visível (RGB). ....	61
Figura 36 - Cartas referentes aos índices de intensidade e saturação. ....	62
Figura 37 - Cartas referentes aos índices NDVI e SAVI. ....	63
Figura 38 - Cartas referentes aos índices IPVI e PPR. ....	63
Figura 39 - Cartas referentes aos índices NDGBI e BPER.....	64
Figura 40 - Correlação da produtividade em kg/ha de azeitona com o perímetro; Raio com base no perímetro; área da copa; e BPER.....	70
Figura 41 - Correlação da produtividade em kg/ha de azeitona com NDVIG; NDGBI; I; e NDRBI. ....	71
Figura 42 - Correlação da produtividade em kg/ha de azeitona com SAVI; NDVI; e PCD. ....	72
Figura 43 - Correlação da produtividade em kg/ha de azeitona com o PPR; IPVI; SGB; e com RB.....	73
Figura 44 - Correlação da produtividade em kg/ha de azeitona com a Saturação e Raio com base na área.....	74

## Índice de Quadros

Quadro 1 - Os dez maiores países produtores de azeitona no mundo no ano de 2010..	14
Quadro 2 - Áreas de olival dos países que mais produzem azeitona em hectares no ano de 2010..	15
Quadro 3 - Área de produção de oliveiras em Portugal.....	16
Quadro 4 - Tratamentos realizados em 2011 .....	38
Quadro 5 - Estatística descritiva das variáveis em estudo nos pontos de amostragem.....	54
Quadro 6 - Estatística descritiva das variáveis em estudo nos pontos de amostragem.....	59
Quadro 7 - Estatística descritiva das variáveis de deteção remota para todas as árvores da parcela. ....	60
Quadro 8 – Análise de correlações (parte 1). Os valores marcados a negrito são os valores significativamente relacionados com $p < 0,05$ . ....	67
Quadro 9 - Análise de correlações (parte 2). Os valores marcados a negrito são os valores significativamente relacionados $p < 0,05$ .....	68
Quadro 10 - Análise de correlações (parte 3).. Os valores marcados a negrito são os valores significativamente relacionados $p < 0,05$ .....	69
Quadro 13 - Melhores modelos ajustados para cada uma das variáveis dependentes com coeficientes de regressão estandardizados. ....	78

# 1. Introdução

Nos últimos cinquenta anos, a evolução da sociedade no que respeita à tecnologia, à consciência ecológica e ao aproveitamento de fatores de produção tem sido crescente. Também o setor agrícola tem acompanhado esta evolução, através de novas formas de atuação, nomeadamente com a utilização de parcelas de maior área nas explorações agrícolas para que os custos unitários de produção diminuam. A agricultura começou a ser encarada de uma forma mais económica e sustentada, ao invés de uma atividade empírica e de subsistência.

O conceito de agricultura de precisão está normalmente associada à monitorização e avaliação a variabilidade espacial para a redução de custos de produção e aumento da produtividade. Apesar da importância da redução de custos e do aumento da produtividade e da qualidade da produção na agricultura de precisão, a redução do impacto ambiental e o risco associado ao mesmo são, igualmente, fatores relevantes (Silva, 2008). Associadas à agricultura de precisão estão tecnologias e aplicações como o GPS; os Sistemas de Informação Geográfica (SIG); a monitorização de produtividade das culturas; a deteção remota; e a tecnologia de taxa variável (VRT) (Coelho e Silva, 2009).

A agricultura de precisão é aplicada em diversas culturas, desde hortícolas (e.g. tomate e batata) a forrageiras (e.g. sorgo), tendo, no entanto, uma grande expressão nas culturas cerealíferas. Nos países mais desenvolvidos existe uma maior aplicação de tecnologias de agricultura de precisão e uma maior utilização de monitorização de produtividade das culturas, particularmente em culturas arvenses como o milho (Coelho e Silva, 2009).

Na viticultura, a utilização de fotografias aéreas (tecnologia de deteção remota) permitem avaliar a evolução do estado vegetativo das videiras e prever a data de vindima. A colheita segmentada é já utilizada em viticultura, atuando diferenciadamente no que diz respeito à qualidade da uva.

Tendo a olivicultura um grande impacto no nosso país, previa-se que as suas tecnologias de produção acompanhassem a vanguarda da alta tecnologia mas assim não aconteceu. Existem várias aplicações de agricultura de precisão que poderão ser facilmente utilizadas em olival, nomeadamente a fertilização e a rega diferenciadas. Porém, no que diz respeito ao conhecimento da variabilidade espacial da produtividade e qualidade da azeitona, pouco foi explorado, deixando uma lacuna importante no que concerne ao conhecimento da cultura.

Considera-se então, muito relevante a avaliação da variabilidade espacial da qualidade e produtividade do azeite e azeitona. Após a avaliação é também importante conseguir descrever a variabilidade. Este será o ponto fulcral no qual incidirá este trabalho e do qual resultará a possibilidade de utilizar a deteção remota e os índices de vegetação na previsão da produtividade e qualidade da azeitona. Neste trabalho foi testada esta possibilidade onde o objeto de estudo foi um olival com 16 hectares com uma densidade de plantação de 204 plantas por hectare localizado no Alentejo.

## **1.1 Objetivos**

Os objetivos desta dissertação são:

- Avaliar a magnitude da variabilidade espacial da produtividade e qualidade da azeitona e azeite num olival semi-intensivo;
- Avaliar a capacidade dos índices vegetativos resultantes da utilização de deteção remota para caracterizar a variabilidade espacial da parcela, e de que forma melhor a caracterizam.

## **2. Revisão bibliográfica**

### **2.1 Cultura da oliveira e produção de azeite**

#### **2.1.1 História e estatísticas de produção**

Pensa-se que a origem da espécie *Olea europaea* L. se localize no médio Oriente pela domesticação da espécie *Olea chrysophilla* Laxx.. Esta deu origem à primeira *Olea sylvestris* e evoluindo até à oliveira cultivada *Olea europaea* L. (Bandino *et al.*, 2007). Pensa-se que foi no norte da Síria que começou o cultivo da oliveira devido às primeiras citações encontradas sobre este cultivo. Mais tarde, o cultivo da oliveira ter-se-á expandido para o Egito e toda a bacia Mediterrânica. Mais recentemente, a expansão da olivicultura alcançou todo o mundo, começando pela América, e nos dias de hoje já é praticada na África de Sul, Japão, Austrália e China, apesar da sua grande expressão estar associada a climas mediterrânicos (Barranco *et al.*, 1999).

A oliveira é conhecida pela sua grande longevidade, existindo árvores com 400 anos de idade em bom estado de produção. A rusticidade da oliveira é uma das características bem conhecidas desta árvore. Dá-se em terrenos de pouca fertilidade e em climas extremamente áridos, aliás, se por um acaso é necessário cortar o tronco da oliveira, por envelhecimento, algum acidente ou fortes geadas, brotará uma nova árvore, sendo os seus troncos muito mais jovens que o seu sistema radicular. Na olivicultura, o porte das plantas varia consoante o meio em que se desenvolve, as variedades utilizadas e as técnicas de cultivo (García, 2005).

A cultura da oliveira sempre teve um papel crucial no desenvolvimento económico dos países mediterrânicos. Hoje em dia, a oliveira, tem grande importância em países de clima mediterrânico.

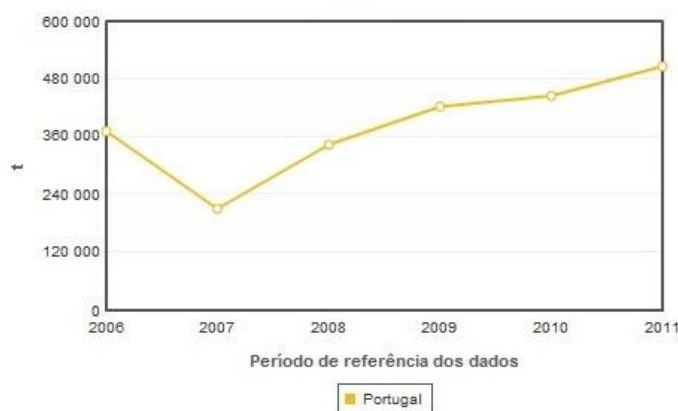
No topo dos maiores países produtores estão Espanha, Itália, Grécia, Marrocos e Turquia, todos eles registando uma produção superior a um milhão de toneladas no ano de 2010. Portugal tem vindo a aumentar a sua produção para cerca das quinhentas mil toneladas (Quadro 1).

**Quadro 1 - Os dez maiores países produtores de azeitona no mundo no ano de 2010.**

<b>Países</b>	<b>Produção(ton)</b>
Espanha	8.014.000
Itália	3.170.700
Grécia	1.809.800
Marrocos	1.483.510
Turquia	1.415.000
Síria	960.400
Tunísia	876.400
Egipto	611.900
Argélia	555.200
Portugal	465.807

(Adaptado da FAO.)

A Figura 1 mostra a evolução da produção de azeitona em Portugal ao longo dos últimos anos existindo um crescimento constante desde 2007.



**Figura 1 - Evolução recente da produção de azeitona em Portugal.**

Fonte-INE.

A Figura 2 mostra que, apesar de algumas oscilações, o grau de autoaprovisionamento em Portugal aumentou nos últimos anos. Em 2010 o grau de autoaprovisionamento acercava-se dos 80%, praticamente o dobro do que se passou nove anos antes.



**Figura 2 - Evolução do grau de autoaprovisionamento de azeite em Portugal.**

Fonte- INE.

A área de olival (Quadro 2) está dispersa um pouco por todo o mundo tendo a sua origem e predominância nos países com clima mediterrânico. Os países com maior área de olival são Espanha, Tunísia e Itália. Apesar de a Tunísia ser o país em terceiro lugar no que diz respeito à área de olival, esta encontra-se em sétimo lugar relativamente à produção. Este facto indica-nos que, apesar de grandes áreas de olival, as tecnologias de produção são menos eficientes do que nos outros países com mais expressão nesta cultura.

**Quadro 2 - Áreas de olival dos países que mais produzem azeitona em hectares no ano de 2010.**

<b>Países</b>	<b>Área (ha)</b>
Espanha	2.309.501
Tunísia	1.689.200
Itália	1.190.800
Grécia	834.200
Turquia	784.031
Marrocos	735.400
Síria	647.458
Portugal	343.219
Argélia	290.000
Egipto	50.161

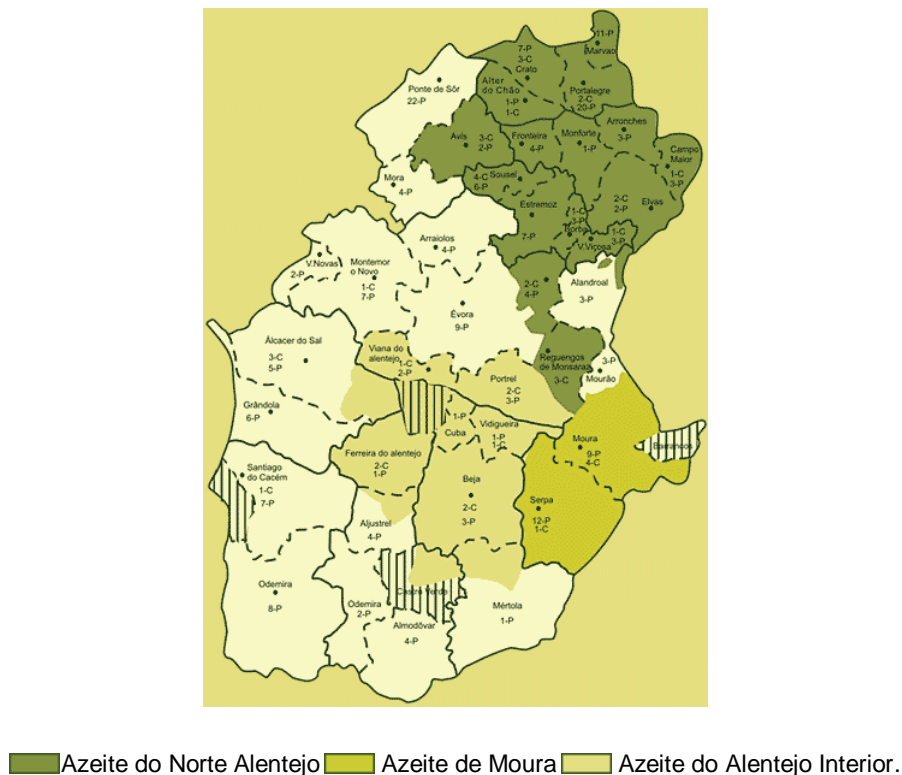
Adaptado da FAO.

**Quadro 3 - Área de produção de oliveiras em Portugal.**

Região	Superfície	
	(ha)	(%)
Alentejo	150000	44
Trás-os-Montes	70000	21
Beira-Interior	60000	18
Ribatejo e Oeste	40000	12
Resto	20000	6
Total	340000	100

Adaptado de International Olive Council.

Em Portugal, o cultivo da oliveira está distribuído de uma forma bem vincada (Quadro 3). O Alentejo detém quase metade da área de olival plantado, possuindo Trás-os-Montes, Beira-Interior, Ribatejo e Oeste, a maior parte do restante olival plantado. Apenas 6% da área de olival encontra-se no resto do país, não tendo grande significado. No Alentejo a produção de azeite pode ser dividida em três grandes regiões, com se pode observa na Figura 3.



**Figura 3 - Zonas de Produção de azeite do Alentejo.**

Adaptado de CEPAAL.



Como se verifica na Figura 4, o preço do azeite (virgem-extra) ao longo dos últimos cinco anos tem sofrido uma queda. A queda do preço do azeite tem sido constante devido ao aumento de produção e grande oferta, recuperando no mês de Julho de 2012. Esta súbita subida do preço do azeite em Julho de 2012 deve-se ao facto de neste ano ter havido uma grande seca e a produção baixou significativamente. O facto de a oferta ter diminuído fez com que o preço do azeite aumentasse.

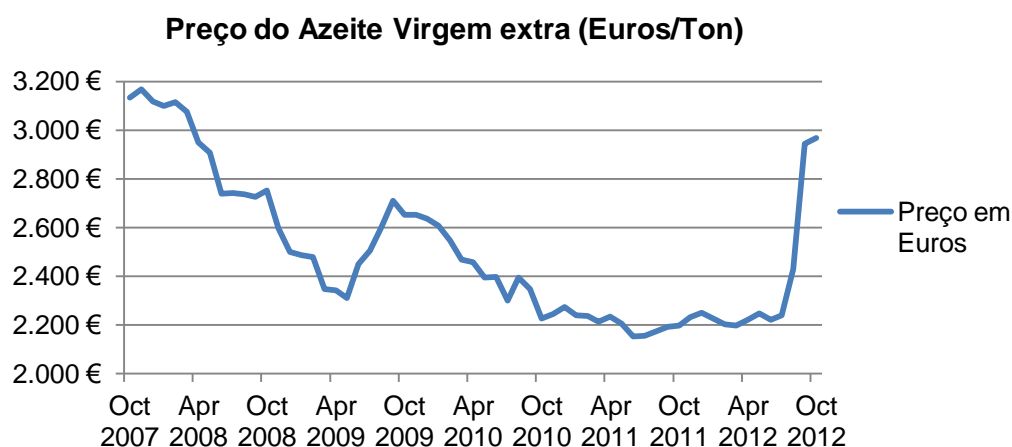


Figura 4 - Evolução Do Preço do Azeite a nível mundial nos últimos 5 anos.

Adaptado de Index Mundi.

### 2.1.2 Botânica e eco-fisiologia da cultura

A oliveira, *Olea europaea* L., pertence à família *Oleaceae*, que contém espécies de plantas distribuídas pelas regiões tropicais e temperadas do globo. Estas plantas são maioritariamente árvores e arbustos, sendo a *Olea europaea* L. a única com fruto comestível (Barranco, *et al.*, 1997). Terá sido a primeira planta de porte arbóreo a ser cultivada (Castro Caldas, 1998).

Morfologicamente são árvores de porte médio, com uma copa redonda e bastante densa, mas as diversas intervenções humanas permitem uma maior entrada de luz, necessária ao seu desenvolvimento. O tipo de poda é fundamental na forma, não só da copa mas de toda a árvore, pelo que podemos afirmar que as oliveiras são árvores com elevada plasticidade morfogenética (Barranco, *et al.*, 1997).

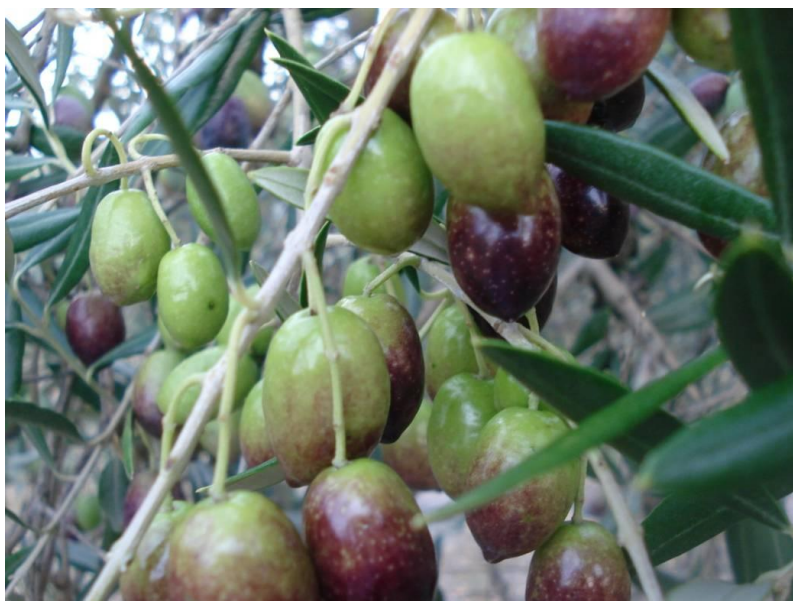
O seu fruto, a azeitona, é considerado uma drupa, tal como a amêndoa ou o damasco, e é constituído por cutícula, polpa e por um caroço, onde está a amêndoa e se encontra o embrião e as reservas alimentares. É da azeitona que se obtém o valor comercial da cultura da oliveira, tanto pelo azeite como pela azeitona de mesa. A sua

forma é elipsoidal arredondada, medindo entre 1 a 4 centímetros de comprimento e 0.6 a 2 centímetros de diâmetro. Quando madura a azeitona tem uma cor negra, negro-violeta ou avermelhada, apesar de muitas vezes ser colhida em verde (Barranco *et al.*, 1997).

A oliveira apresenta um sistema radicular fasciculado onde o seu desenvolvimento depende muito da textura do solo. Em terrenos arenosos desenvolve-se mais em profundidade do que em terrenos argilosos. Também a pluviometria influencia no sistema radicular, desenvolvendo-se mais em profundidade quando a pluviometria é baixa, procurando água em camadas mais profundas do solo (Garcia, 1997). A oliveira tradicionalmente é cultivada de sequeiro devido à sua adaptabilidade à seca e aos mecanismos de que dispõe. O sistema radicular é extenso, as árvores com 20 anos de idade, têm raízes que alcançam os 100cm de profundidade e um desenvolvimento horizontal duas a três vezes superior ao raio da copa. A folha da oliveira tem como característica os poucos estomas que possui e estes estão na página inferior da folha. Algumas das defesas da oliveira numa situação de seca são: o enrolamento das folhas; os estomas apenas abrirem por um curto espaço de tempo durante a manhã; a pressão osmótica aumenta para que a oliveira possa aproveitar melhor a humidade do terreno; e parte da água existente no fruto desloca-se para as folhas (García, 2005).

Segundo García (2005), a oliveira poder-se-á cultivar em sequeiro desde que a pluviometria não baixe dos 400mm ou 500mm. O período crítico de necessidade de água situa-se entre a floração e o amadurecimento do fruto, que coincide normalmente com o período onde a água mais escasseia.

O desenvolvimento dos frutos na oliveira é iniciado pelo período de floração e durante aproximadamente sete meses a azeitona alcança o seu peso máximo. O período da maturação é marcado pelo aparecimento das primeiras manchas de cor violeta na epiderme da azeitona, até que a cor negra constitua a totalidade da epiderme da mesma (Figura 5). O período de amadurecimento depende da variedade, sendo por exemplo, para a variedade Picual, um período com cerca de 41 dias. A maturação dos frutos dá-se de uma forma seccionada consoante a zona da copa da árvore. Outros fatores que afetam a duração do período de maturação são, para além da variedade de oliveira, as condições climáticas, carga da árvore e colheitas na planta (Ramalheiro 2009; García 2005).



**Figura 5 - Alteração de cor do ápice para o pedúnculo.**

Relativamente ao ciclo vegetativo anual da oliveira (Figura 6), o abrolhamento inicia-se no início da primavera, entre Março e Abril, identificando-se o vingamento de gomos axilares e de novos rebentos terminais. Antecedendo o vingamento do fruto, ocorre a floração nos meses de Maio e Junho. Desde Julho/Agosto (fase do endurecimento do caroço) até Outubro, os frutos engrossam até atingir o seu tamanho normal. A partir Outubro, quando a azeitona já atingiu o seu tamanho normal, ocorre o período de amadurecimento, onde a sua duração depende da variedade. No inverno a oliveira entra em repouso vegetativo (García, 2005).



**Figura 6 - Estados fenológicos da oliveira.**

A – Gomo de Inverno; B – Abrolhamento; C – Formação da inflorescência; D I – Formação da corola; E – Visualização dos estames; F I – Início da floração; F II – Plena floração; G – Lenhificação do caroço; H – Vingamento; I – Início da maturação; J – Maturação do fruto.

Adaptado de Manteigas *et al.* (2009).

Relativamente às variedades de oliveira com maior expressão em Portugal encontramos a Galega Vulgar com azeite de excelente qualidade, apesar do baixo rendimento em azeite (14 a 18%) (CEPAAL, 2012). Variedades mais produtivas e com

maior percentagem de azeite têm vindo a ganhar significado em Portugal, como são os casos da Cobrançosa, Arbequina e Picual (DRAP Centro, 2012).

### **2.1.3 Alguns aspetos da tecnologia de produção**

A densidade de plantação na olivicultura tem vindo a aumentar gradualmente com a modernização do cultivo e das técnicas de produção. Isto deve-se ao facto dos olivais tradicionais (de 100 a 150 pl/ha) terem vindo a ser substituídos pelos olivais intensivos (de 300 a 400 pl/ha) e super-intensivos (de 1500 a 2500 pl/ha) (García, 2005). Os olivais super-intensivos ou em sebe nasceram da necessidade de mecanizar a colheita de devido à escassez de mão-de-obra. As maiores desvantagens dos olivais em sebe são a diminuta existência de variedades que podem ser plantadas desta forma, e o decréscimo na qualidade do azeite produzido (Almeida, 2007).

O fenómeno de safra e contrassafra é sobejamente conhecido na olivicultura. A indução para o ano seguinte ocorre, supostamente, a partir de Julho, coincidindo e sendo inibida pelo crescimento ativo dos frutos da estação de crescimento em curso. O elevado número de flores por árvores e carga de frutos num ano de safra não permite o normal crescimento vegetativo pois as flores e frutos são prioritários para a planta. No ano de safra os ramos que se estão a formar ficam mais curtos e com um número reduzido de folhas, condicionando a quantidade de flores do ano seguinte. No ano de contrassafra, o menor número de flores e frutos permitem um crescimento vegetativo maior, que ditará uma maior produção no ano seguinte. A manutenção do solo, fertilização e poda irão minimizar o fenómeno de safra e contrassafra (Rodrigues, 2011).

O clima mediterrânico caracteriza-se por uma irregular distribuição de chuvas ao longo do ano, normalmente com chuvas abundantes no outono e inverno e escassas na primavera e no verão. Este facto leva a que os olivicultores de sequeiro utilizem duas técnicas para diminuir a competitividade pela água do solo com as plantas espontâneas que são compassos de plantação amplos para estimular um desenvolvimento radicular amplo e mobilizações do solo (Martínez Raya *et al.*, 2007).

O sistema de rega mais utilizado em olival é o sistema de rega localizada por gota-a-gota. Com custo de instalação semelhante aos outros sistemas de rega, a rega por gota-a-gota é mais eficiente e uniforme na aplicação da água. Este sistema pode ser subterrâneo, onde as perdas por evaporação não existem mas a gestão e manutenção são mais complexas do que no sistema gota-a-gota instalado à superfície (Muñoz-Cobo *et al.*, 2005).

No cultivo da oliveira, existe um variado número de pragas e doenças que o afetam, como por exemplo a mosca da azeitona e a gafa.

*Bactrocera oleae*, mais conhecida por mosca da azeitona, é um inseto díptero. Este inseto não se encontra somente na região mediterrânea, mas também em várias zonas de África e no ocidente asiático (García, 2005).

Tem um favorável desenvolvimento no litoral, onde as baixas temperaturas e a elevada humidade favorecem o seu desenvolvimento. A larva da mosca da azeitona alimenta-se desde a quarta à quinta parte do mesocarpo reduzindo o peso do fruto e o rendimento em azeite (Ramalheiro, 2009). No interior do país, os ataques desta praga são menos frequentes, e só se começam a verificar quando as condições climáticas assim o permitem, que é no final do verão ou princípios de Outono, com o aparecimento das primeiras chuvas. Os frutos atacados apresentam na superfície da pele zonas mais claras (Figura 8). As zonas mais claras são as zonas onde a mosca se alimentou ou continua a alimentar-se. Os danos mais graves provocados pelo ataque da mosca não são os danos diretos (perda de peso da azeitona e rendimento em azeite e amadurecimento acelerado que pode provocar a queda do fruto) mais sim pela qualidade do azeite, sendo o azeite do fruto atacado um caldo viscoso de cor parda-avermelhada. Os furos efetuados pela larva no fruto permitem a entrada de fungos e bactérias na azeitona elevando significativamente a acidez do azeite que esta produz. Por estas razões esta é uma das pragas mais temíveis do olival (García, 2005).



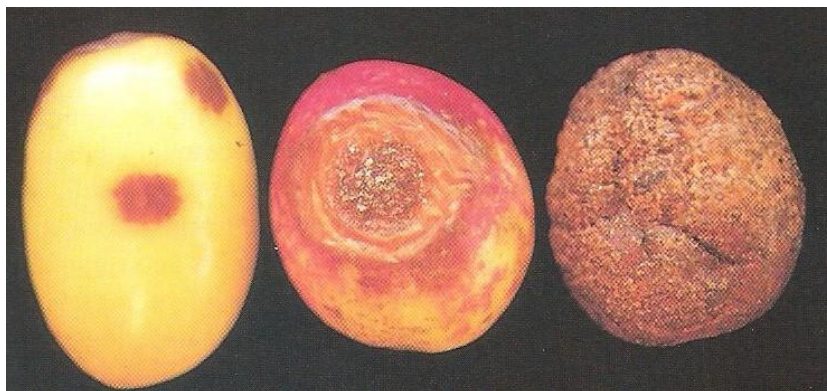
**Figura 7 - Azeitonas atacadas pela Mosca da Azeitona.**

Adaptado de Ramalheiro (2009).

A gafa, *Gloeosporium olivarum*, é um fungo que provoca, principalmente, a queda do fruto. Este encontra-se disperso pela bacia mediterrânea mas com maior significado em Itália, Portugal e Espanha (García, 2005).

Este fungo é extremamente agressivo, e em anos de Outonos chuvosos pode comprometer a produção e qualidade do azeite. Os frutos atacados apresentam manchas necróticas, arredondadas e em depressão (Figura 9), ficando o fruto mirrado com a evolução da doença, permanecendo mumificado na árvore ou podendo cair (Ramalheiro, 2009).

Apesar dos ataques serem direcionados aos frutos, também pode haver ataques em folhas e madeira dos rebentos. Necessitando o fungo de uma humidade relativa acima dos 90% tendo um ótimo de temperatura entre os 24 e 26°C, a sua invasão costuma vir em Setembro (tal como a Mosca da azeitona). A redução do rendimento em azeite e a enorme acidez alcançada pelos frutos atacados, são as piores consequências da presença de Gafa. O tratamento preventivo ao aparecimento de Gafa é à base de produtos cúpricos (García, 2005).



**Figura 8 - Lesões necróticas em azeitonas atacadas pela Gafa.**

Adaptado de Ramalheiro (2009).

É necessário ao olival que a competição com as infestantes seja evitada, daí que, a mobilização tradicional se faça, com uma lavoura intensa do terreno. Algumas das razões expressas pelos agricultores para defender este tipo de mobilização são a destruição de infestantes que competem pela água; facilitar o arejamento e destorroamento do solo; ajudar na infiltração da água e incorporar no solo os fertilizantes. Em verdade, a destruição das infestantes pode ser efetuada através da utilização de herbicidas onde a eficácia economia é maior. Na mobilização tradicional é também costume efetuar, no Inverno e na Primavera mobilizações cruzadas com uma grade de discos seguida de mobilizações cruzadas com um vibrocultor; no Verão dão-

se duas passagens com grade de bicos, muito superficiais, com um espaçamento de 25 dias aproximadamente. Embora se continue a empregar a mobilização tradicional, esta tem vindo a perder interesse, dando lugar às mobilizações mínimas ou até à não mobilização (García, 2005).

Segundo a Santos (2002), a fertilização do solo para uma produção esperada entre três e quatro toneladas por hectare em olivais intensivos deverá ser de 75-150 unidades de azoto, 75-100 unidades de fósforo e 100-200 unidades de potássio. O boro tem um papel importante para o crescimento das células, e favorece a polinização e o vingamento da flor.

A qualidade do azeite é avaliada segundo quatro factores principais: grau de acidez, índice de peróxidos, absorvência no ultravioleta e análise sensorial. O grau de acidez é medido pela quantidade de ácidos gordos livres, e expresso em ácido oleico. O grau de acidez é considerado um parâmetro negativo pois com o seu aumento, deteriora-se a qualidade do azeite. Ao atingir os 2% de acidez, o azeite deixa de ser apto para consumo imediato, sendo necessária a sua refinação (Dias, 2009).

Segundo o regulamento (CE) nº 865/2004, o azeite é classificado segundo as seguintes classes: Azeites virgens; Azeite refinado; Azeite – composto por azeite refinado e azeite virgem; Óleo de bagaço de azeitona bruto; Óleo de bagaço de azeitona refinado; Óleo de bagaço de azeitona.

Os azeites virgens são os que apresentam os limites mais restritivos em termos dos parâmetros de qualidade.

Um dos problemas no olival é a grande influência dos custos de colheita devido à mão-de-obra necessária para realizar a colheita tradicional. Esta problemática explica a evolução nas tecnologias de colheita mecanizada, mais concretamente nas máquinas vibratórias (García, 2005).

## **2.2 Agricultura de precisão**

### **2.2.1 Conceito**

Segundo Mira da Silva (2008), o objetivo principal da agricultura de precisão é melhorar o rendimento económico da atividade agrícola quer pelo aumento da produtividade e/ou qualidade quer pela redução dos custos de produção, reduzindo também o seu impacto ambiental e risco associado.

Segundo Capelli (1999), na agricultura convencional as grandes áreas são tratadas como homogéneas, levando ao conceito de necessidade média tanto na utilização de fertilizantes, fitossanitários, gestão da água, etc. Segundo Manzatto *et al.* (1999), na agricultura de precisão, as grandes áreas de produção já não são tratadas como homogéneas, mas sim como heterogéneas. As incorporações feitas à parcela agrícola devem ser feitas no local correto, na altura adequada, e nas quantidades necessárias, para áreas cada vez menores e mais homogéneas, tanto o quanto a tecnologia e os custos envolvidos o permitam (Tschiedel e Ferreira, 2002).

### **2.2.2 Tecnologias**

Existem várias tecnologias associadas à agricultura de precisão. Muitas destas tecnologias funcionam em conjunto para que a informação recebida pelo agricultor retrate da melhor forma a heterogeneidade existente nas parcelas. As tecnologias de maior interesse são o GPS; o SIG; a monitorização da produtividade das culturas; VRT; condutividade elétrica do solo; e a deteção remota.

#### **2.2.2.1 GPS**

O GPS (Global Positioning System) foi criado pelo departamento de defesa dos estados unidos na década de 70 para oferecer a posição instantânea, a velocidade e o horário de um ponto qualquer sobre a superfície da terra ou próximo a ela, num referencial tridimensional (Paes, 2012). Trata-se de um sistema de satélite que fornece a um recetor móvel, a sua posição quaisquer que sejam as condições atmosféricas sendo o sistema de posicionamento mais utilizado nos nossos dias.

A monitorização de produtividade das culturas e das aplicações de taxas variáveis (VRT) têm por base o posicionamento fornecido pelo GPS. A par dos SIG, o GPS é uma das bases de todas as ferramentas na agricultura de precisão (Coelho e Silva, 2009).



### 2.2.2.2 Sistemas de informação geográfica

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG), em inglês *Geographic Information System* (GIS) integra um *software* de informação espacial que funciona como base de dados para análise e gestão de uma representação espacial.

Os SIG tratam os dados de forma separada e independente em várias camadas permitindo que do seu tratamento resulte nova informação. Cruzando toda a informação, cada elemento da representação espacial tem vários dados associados, como por exemplo: declive, nutrição do solo, produtividade, erosão do solo, percentagem de matéria orgânica, entre outros (Figura 10) (Coelho e Silva, 2009).

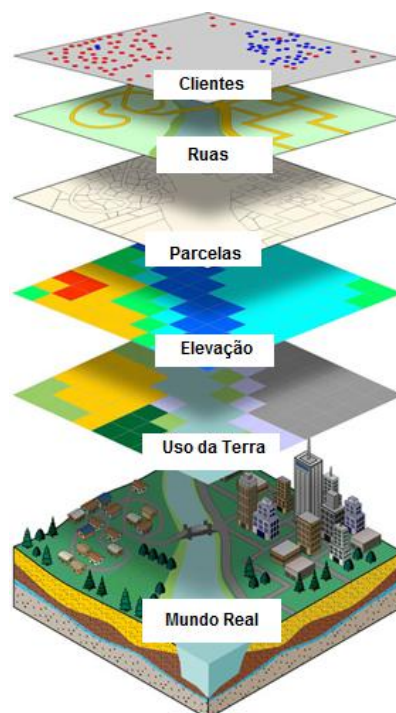


Figura 9 - Ilustração das camadas de informação de um SIG.

Adaptado de Westfiel State University.

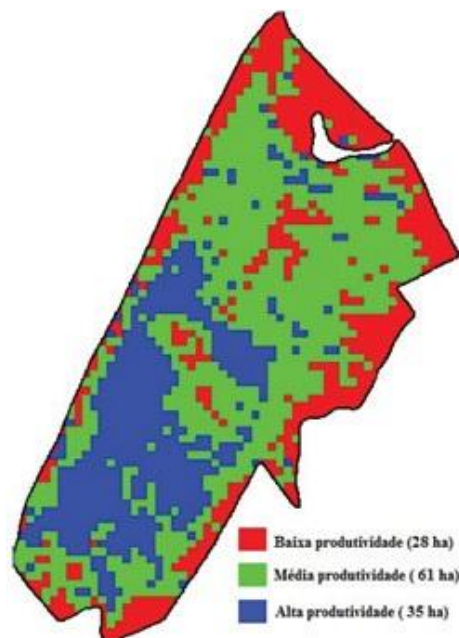
### 2.2.2.3 Monotorização da produtividade das culturas

Uma importante tecnologia da agricultura de precisão é a monotorização da produtividade das culturas. Esta permite a estimação da variação espacial da produtividade de uma cultura, dentro de uma parcela ou folha de cultura, através de determinações pontuais. Este tipo de monotorização, mais utilizado em países desenvolvidos, está mais disponível para produção de culturas arvenses, como por

exemplo o milho, mas também para a produção de hortícolas e forrageiras (Coelho e Silva, 2009).

Em muitos casos as ceifeiras debulhadoras mais modernas já vêm equipadas de origem com estes sistemas de monotorização da produtividade em tempo real. Estes sistemas, permitem, em tempo-real, medir a produtividade de uma cultura que corresponde a uma pequena parte da parcela. Nos aparelhos de monotorização de culturas é necessário introduzir dados tais como a largura de trabalho para conseguir resultados em tempo real como: velocidade e áreas trabalhadas, eficiência em hectares por hora, produtividade, valores de humidade do cereal, e localização da máquina (Conceição, 2006).

Com os dados fornecidos pelos sistemas de monotorização de produtividade, em conjunto com os sistemas de informação geográfica (SIG), poder-se-á construir as cartas de produtividade (Figura 10). Depois de tratados, os dados fornecidos pelas cartas serão um forte fator nas tomadas de decisão do agricultor.



**Figura 10 - Carta de produtividade de milho.**

Adaptado de A Granja.

#### **2.2.2.4 Tecnologia de taxa variável - VRT**

As aplicações diferenciadas, VRT – Variable Rate Technologies, podem ser enquadradas como um fim da cadeia em relação à utilização do GPS e dos SIG em agricultura de precisão. No fundo a VRT é o conjunto de tecnologias que, consoante o que um determinado conjunto de dados nos fornece, irá aplicar certos fatores a uma parcela de forma diferenciada, sejam estes sementes, plantas, fertilizantes, água, fitofármacos (Coelho e Silva, 2009).

Antes da aplicação de tecnologia de taxa variável é necessária uma caracterização da variabilidade espacial da cultura (produtividade, qualidade do fruto, vigor) e fertilidade dos solos para uma posterior gestão espacial de fatores de produção. Para esta caracterização é necessário elaborar cartas que contenham a recomendação de cada local da parcela. Estas cartas são então introduzidas em máquinas com tecnologia VRT, que têm controladores que, em função da localização na parcela têm a capacidade de alterar em tempo real a taxa de aplicação (Braga, 2009).

#### **2.2.2.5 Cartografia da condutividade elétrica do solo**

À capacidade do solo conduzir corrente elétrica, expressa em milisiemens por metro, chama-se condutividade elétrica do solo. Várias propriedades físicas do solo como o teor de argila, podem ser estimadas através da condutividade elétrica, se a salinidade do solo não for muito elevada. Assim, há sensores de campo que permitem medir a condutividade em tempo real, e associados a um GPS, permitem obtenção de uma carta da condutividade elétrica aparente do solo.

Os sensores de condutividade elétrica aparente do solo (CEa) são uma forma eficaz de cartografar a variabilidade no solo, inclusive a retenção de água no solo. O levantamento de dados através da CEa deve ser executado no início da primavera ou no outono pois as leituras são afetadas pelo teor de água no solo. O registos devem ser feitos aquando o solo esteja a três quartos da capacidade de campo (Paes, 2012).

#### **2.2.2.6 Detecção Remota**

A deteção remota é encarada como o registo da energia emitida ou refletida pela superfície da terra em vários comprimentos de onda do espectro eletromagnético. Este registo pode ser efetuado através de imagens recolhidas de aviões a baixa altitude sendo assim possível obter imagens das parcelas com resoluções na ordem dos 10

cm ou menos permitindo uma caracterização da cultura que posteriormente não seria possível (Braga, 2009).

Sendo a detecção remota uma tecnologia com maior enfoque neste estudo, será aprofundada mais à frente no capítulo.

### **2.2.3 Aplicações**

As aplicações da agricultura de precisão podem ser classificadas temporalmente como de curto-prazo (ou *one-time*) ou de médio-longo-prazo (ou em ciclo). As correções de fatores limitantes da produção numa única campanha são consideradas aplicações *one-time*. A utilização de cartas de condutividade elétrica do solo para definição dos sectores de rega é também um dos exemplos de aplicação *one-time*.

As aplicações em ciclo são aquelas que se tornam dinâmicas e influenciadoras de campanha para campanha. O controlo de pragas e doenças, de adubações, e de água disponível no solo são fatores que são corrigidos de forma dinâmica entre campanhas, onde o uso de análises de terra, detecção remota, sondas, e condutividade elétrica aparente são fundamentais para medição e estimativa da correção.

Existem aplicações de agricultura de precisão que apesar de não atuarem com uma ação diferenciada baseada na variabilidade observada na parcela poderão tirar partido dessa mesma variabilidade, como o caso da colheita segmentada. Esta aplicação é efetuada na viticultura, através de informação multiespectral através de cartas de NDVI (obtidas da detecção remota) permitindo colher separadamente uvas de qualidade diferenciada.

Uma outra aplicação da agricultura de precisão que não pretende diferenciar a taxa de aplicação de fatores de produção nem tirar partido da variabilidade observada é a condução assistida ou automática por GPS. Isto permite ao operador a garantia que as passagens são mais paralelas, minimizando sobreposições ou falhas e um aumento da eficiência económica (Braga e Pinto, 2011).

### **2.2.4 Olivicultura de Precisão**

Apesar da agricultura de precisão ter várias aplicações nas culturas arvenses, no que diz respeito à olivicultura ainda não há muitos trabalhos publicados.

González (2007), estudou a variabilidade espacial da produtividade utilizando alguns mecanismos e métodos relacionados à agricultura de precisão. Este estudo tinha

como objetivo, avaliar um vasto leque de variáveis que podem influenciar a produtividade de um olival, para que através da leitura dos resultados poder rentabilizar com sucesso a cultura. Para este trabalho foi necessário recolher um grande número de variáveis, tais como: vigor da planta; percentagem de matéria orgânica no solo; nutrição do solo; produtividade; declive da parcela; pH; altura da copa; índice de humidade, entre outras. Com as ferramentas tecnológicas associadas à agricultura de precisão usadas (o GPS e SIG) chegou-se à conclusão, que nesta parcela, as variáveis fertilização e vigor da planta, acrescentando-lhe a altura GPS, o declive, a orientação e alguns dos índices topográficos, conseguiram explicar 37,4 % da variabilidade da produtividade.

López-Granados *et al.* (2004) efetuou um estudo sobre a variabilidade espacial dos nutrientes por análise foliar e elaborou cartas de fertilização diferenciada em olival. Numa parcela regular de 75mx75m foram georreferenciados os pontos de amostragem (onde cada ponto de amostragem refere-se à aproximação de quatro oliveiras), foram analisados os nutrientes foliares através de geoestatística. Os autores encontraram correlações fortes nos dois anos entre N e P e entre N e B, entre K e B houve correlação forte no primeiro ano e não tão forte no segundo, e o Fe não mostrou nenhuma correlação forte, excetuando com K. Com este estudo conseguiu-se verificar, que é possível executar uma fertilização sem excesso havendo uma poupança em nutrientes com o N, K e B.

Fountas *et al.* (2009), num estudo executado num olival no sul da Grécia para conseguir estimar as produtividades, fertilizações diferenciadas, poda e outras práticas culturais no olival, chegaram à conclusão que era necessário mais de 2 anos de dados devido ao fenómeno de safra e contrassafra existente nas oliveiras. Este estudo teve em conta as produtividades e análises de solo em dois anos, em que foi notório a necessidade de mais dois anos de estudo, para que fossem sustentadas previsões futuras para tomadas de decisão.

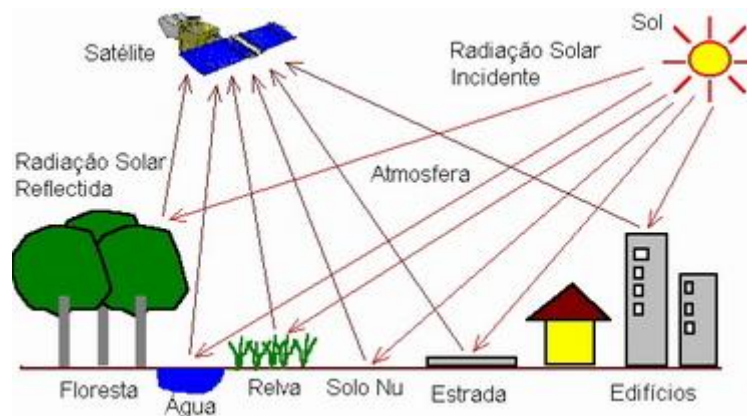
Outros trabalhos publicados sobre o tema incluem Alcalá e Romero (1998), Ramos *et al.* (2008), Pérez-Ruiz *et al.* (2010) e Alamo *et al.* (2012).

Apesar de a agricultura de precisão ser uma prática crescente, a sua utilização em olivicultura tem sido bastante escassa, daí o interesse em estudá-la mais aprofundadamente.

## 2.3 Detecção remota

### 2.3.1 Conceito

A detecção remota (DR) pode-se definir como “o processo de recolha de informação de áreas e objetos sobre ou próximos da superfície terrestre, por um sensor de radiação eletromagnética colocado acima da superfície terrestre” (Figura 12) (Coelho e Silva, 2009).

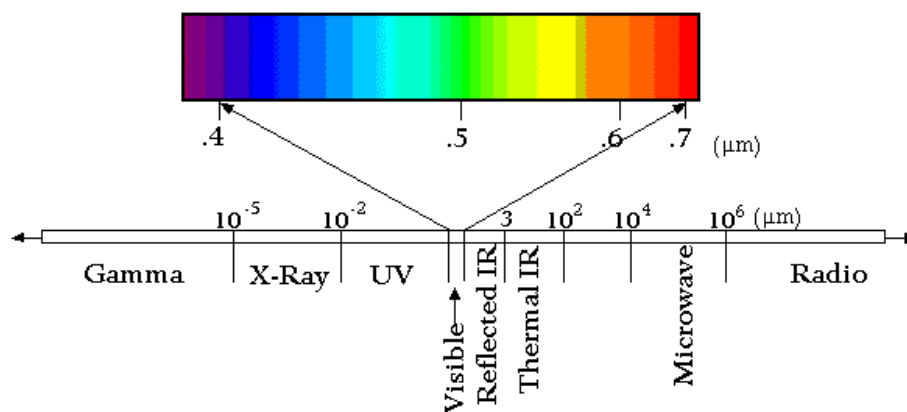


**Figura 11 - Funcionamento da detecção remota.**

Fonte- Instituto Geográfico Português.

A detecção remota envolve um conjunto de técnicas de recolha de informação sem o contacto físico com o objeto de estudo. Os sensores para recolha de informação podem ser instalados em satélites, veículos espaciais, ou aviões de média e alta altitude, sendo nalgumas situações uma melhor alternativa à recolha de informações no campo pois permite o estudo de grandes áreas (Osório, 2002).

A clorofila das plantas absorve toda a radiação solar azul e vermelha incidente e reflete a radiação verde e infravermelha próxima. As folhas das plantas refletem em grande maioria a fração verde do espectro eletromagnético, logo o olho humano não consegue detetar a radiação da banda do infravermelho próximo refletida pelas plantas (Figura 12). Na banda do visível do espectro electromagnético as folhas vêem-se verdes (Ortega e Esser, 2002).



**Figura 12 - Espectro eletromagnético.**

Fonte- Dias (2009).

A radiação que mais nos informa sobre o vigor da planta é a do infravermelho próximo, pois a refletância de uma planta nesta banda é determinada pela estrutura das células foliares e pela água que nelas se encontra (Dias, 2009). A diferença entre radiação refletida pelas folhas e pelo solo é bastante mais evidente no infravermelho próximo, e a refletância nesta banda é mais sensível às oscilações do estado de vegetativo da planta, como o déficit nutricional, pragas e doenças, *stress* hídrico, que afetam a biomassa da vida e a sua resposta espectral (Ortega e Esser, 2002).

A assinatura espectral é o conjunto das quantidades de energia emitida e refletida por um dado corpo, em partes específicas do espectro. Sabendo como os corpos que ocupam o solo (água, solo nu, vegetação) reagem nas bandas espectrais mais utilizadas, podemos identifica-los a partir de um conhecimento prévio das suas respostas espectrais (Figura 13) (Tristany, 2010).

Schultz (1996) estudou a refletância e absorvância das folhas de videira na banda do visível tendo concluído que a absorvância é menor nas folhas apicais jovens e nas folhas basais mais velhas, e maior nas folhas adultas não senescentes. A refletância maior nas folhas apicais no início do ciclo, e no final foi superior nas folhas basais senescentes (Dias, 2009).

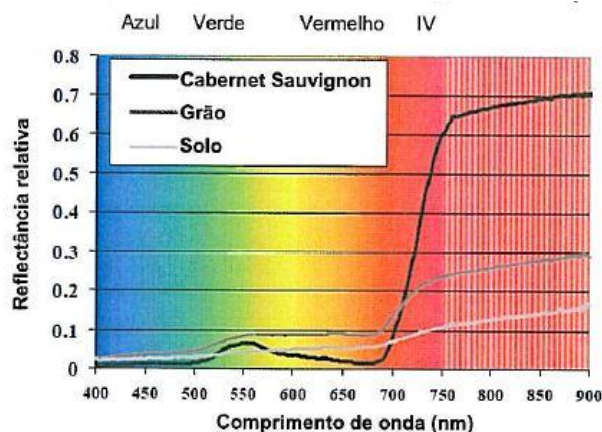


Figura 13 - Diferenças da assinatura espectral entre videira, grão-de-bico e solo.

Adaptado de Dias (2009).

### 2.3.2 Metodologias e aplicação

As fotografias aéreas a partir de aviões a baixa altitude são a técnica mais utilizada em Portugal para recolher imagens com boas resoluções espaciais das parcelas e que caracterizam as canópias. Esta técnica é bastante utilizada em viticultura. Relativamente às imagens obtidas por fotografia aérea, as imagens obtidas por satélites apresentam algumas desvantagens:

- O elevado custo das imagens de satélite devido ao facto de não ser possível comprar apenas a parte da imagem correspondente ao terreno em estudo;
- A probabilidade de a imagem ser afetada pela presença de nuvens é maior;
- A falta de exatidão na data das imagens de satélite, o que se torna crítico quando se pretende obter as imagens em determinado estado fenológico;

### 2.3.3 Índices de vegetação

A partir das imagens aéreas recolhidas, e através dos sensores remotos que conseguem quantificar separadamente os diferentes comprimentos de onda refletidos por um objeto, é possível construir índices que permitem conhecer o vigor da planta e o seu estado sanitário (Sereno, 2009).



Alguns índices de vegetação mais utilizados em agricultura de precisão são (Braga, 2009):

$$\text{Normalized Vegetation Index } NDVI = \frac{(INFRAVERMELHO - VERMELHO)}{(INFRAVERMELHO + VERMELHO)}$$

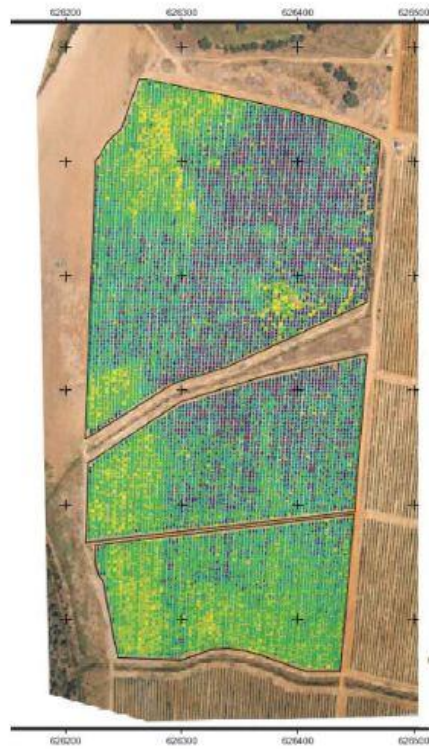
$$\text{Plance Cell Density } PCD = \frac{INFRAVERMELHO}{VERMELHO}$$

$$\text{Plant Vigour Ratio } PVR = \frac{VERDE}{VERMELHO}$$

$$\text{Plant Pigment Ratio } PPR = \frac{VERDE}{AZUL}$$

O NDVI dá-nos a quantificação da cobertura do solo por vegetação. Apesar de haver muitos índices com esta finalidade, o NDVI é o mais utilizado a nível global (Coelho e Silva, 2009).

As bandas do vermelho e do IV próximo fornecem o maior contraste entre a vegetação e solo. As plantas verdes absorvem a radiação solar, que utilizam como fonte de energia no processo da fotossíntese. A razão NDVI está relacionada com a vegetação. A vegetação saudável reflete muito bem na parte infravermelha do espectro eletromagnético. Folhas verdes têm uma refletância de 20% ou menos na gama de micron 0,5-0,7 (verde a vermelho) e cerca de 60% na gama de 0,7-1,3 micron (infravermelho próximo). Estas refletâncias espectrais são elas mesmas índices do refletido sobre a radiação em cada banda espectral individualmente, portanto, assumem valores entre 0,0 e 1,0. Assim, o NDVI varia entre -1,0 e 1,0. Valores negativos de NDVI (valores próximos -1) correspondem a águas profundas. Valores próximos de zero (-0,1 a 0,1), geralmente correspondem a áreas estéreis de rocha, areia ou neve. Baixos valores positivos representam arbustivas e pastagens (aproximadamente 0,2 a 0,4), enquanto os valores elevados indicam florestas temperadas e tropicais (valores que se aproximam 1). Dentro de uma parcela de cultura, os valores de NDVI entre -0,1 e 0,1 indicam zonas de solo descoberto ou rocha, enquanto os valores até 0,55 correspondem a zonas de copa das oliveiras. Na Figura 14, consegue-se perceber as diferenças entre as plantas da parcela através das cores fornecidas pelo índice de NDVI, que indica a diferença de vigor das plantas.



**Figura 14 - Carta de NDVI identificando as diferenças de vigor dentro da parcela.**

Adaptado de Braga e Pinto, (2011).

### 3. Material e métodos

#### 3.1 Descrição geral da parcela

A parcela a estudar, de 16 hectares (Figura 15), está localizada na Herdade da Sibreira, freguesia de Vila Fernando, concelho de Elvas. Pertence à Sociedade Agrícola Monte da Ordem, sendo que o olival tem vinte e três anos de idade à data da recolha dos dados e as variedades existentes na parcela são Cobrançosa (10 hectares) e Picual (6 hectares) (González, 2007).

As árvores da variedade Cobrançosa localizam-se nas oito linhas adjacentes à bordadura este da parcela.

Trata-se de um olival regado (à exceção deste ano em estudo), com azeitona para azeite. Tendo um compasso de 7 por 7m trata-se de um olival com 204 pl/ha (semi-intensivo).



**Figura 15 - Imagem aérea da parcela em estudo delimitada pela linha amarela.**

Adaptado de Google Earth (2012).

A variedade Picual é uma bastante utilizada nas plantações mais intensivas e já ocupa a maior superfície de olival no país vizinho, Espanha. A sua denominação de Picual deriva do seu ápice terminar com uma forma de ponta ou pico. A folha tem tamanho

médio com a página superior de cor verde-brilhante e a página inferior verde-acinzentado. O fruto é elipsoidal e de volume é médio. É uma planta sensível a solos calcários, tolerante ao frio e à salinidade. Também tem um bom equilíbrio entre madeira e folha. Em solos argilosos é sensível à seca. Tem um bom rendimento em azeite (22 a 26%), com uma produtividade constante e elevada. A sua maturação é mediana.

O seu azeite tem uma enorme estabilidade, contendo uma percentagem de ácido oleico bastante elevada. É uma variedade sensível à mosca e resistente à tuberculose. Depois de podada, a Picual repõe rapidamente as suas folhas, tolerando assim, os desbastes mais agressivos. É considerada uma variedade autocompatível (fecunda-se com o seu próprio pólen) (García, 2005).

Os seus frutos (Figura 16) oferecem uma elevada resistência à queda das árvores, sendo aconselhada a colheita por vibração (Ramalheiro, 2009; DRAPC, 2009).



**Figura 16 - Azeitonas da variedade Picual.**

A Cobrançosa é uma variedade direcionada para a produção de azeite sendo regular e produtiva. De origem transmontana, a Cobrançosa possui um porte pequeno/médio, com folhas pequenas, lanceoladas e de consistência média. É pouco suscetível a doenças das folhas e acidentes climáticos. O fruto é elipsoidal, com diâmetro máximo na parte mediana, forma apical arredondada ou pontiaguda, de cor negra na maturação e o seu tamanho é mediano (Figura 17).

Apresenta baixa resistência ao desprendimento do fruto e apresenta bons resultados em colheita mecânica. Possui um bom rendimento em azeite (16 a 18%) (Lopes, 2011; DRAPC, 2009).



**Figura 17 - Azeitonas da variedade Cobrançosa.**

### **3.2 Itinerário cultural**

A parcela de olival em estudo é normalmente regada, apesar de em 2011 isto não ter acontecido. Esta medida verificada no ano de 2011 deve-se ao facto de ter sido um ano de campanha com precipitação em alturas favoráveis. Este facto está devidamente justificado na caracterização do clima (ponto 3.3). O olival em estudo não sofre qualquer tipo de mobilização do solo e os seus tratamentos fitossanitários e fertilizações podem ser observadas através do quadro 4.

Quadro 4 - Tratamentos realizados em 2011

Data	Produto	Substância ativa	Tipo	Inimigo
Maio	Cuprocol Karate	Oxicloreto de Cobre	Fungicida	Olho-de-pavão
Maio	zeon	<i>Lambda-cialotrina</i>	Inseticida	Traça da Oliveira
Junho	Ronagro	Glifosato (sal de isopropilamônio)	Herbicida	Infestantes

### 3.3 Clima e ano climático

O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é Csa – clima mesotérmico com Verão quente e seco. A temperatura média do mês mais frio é inferior a 18 e superior a  $-3^{\circ}\text{C}$ . A temperatura média do mês mais quente é superior a  $22^{\circ}$ . A ocorrência de chuvas está concentrada nos meses de Inverno e da Primavera e o Verão é uma estação seca (Rodrigues, 2003).

De acordo com a classificação climática de Thornthwaite, Elvas tem um clima C1B'2sa', sub-húmido seco, mesotérmico, com moderado excesso de água no Inverno e com nula ou pequena concentração da eficiência térmica (Figura 18). Segundo a classificação Papadakis, o Inverno é citrus G e o verão cotton V (Tristany, 2010).

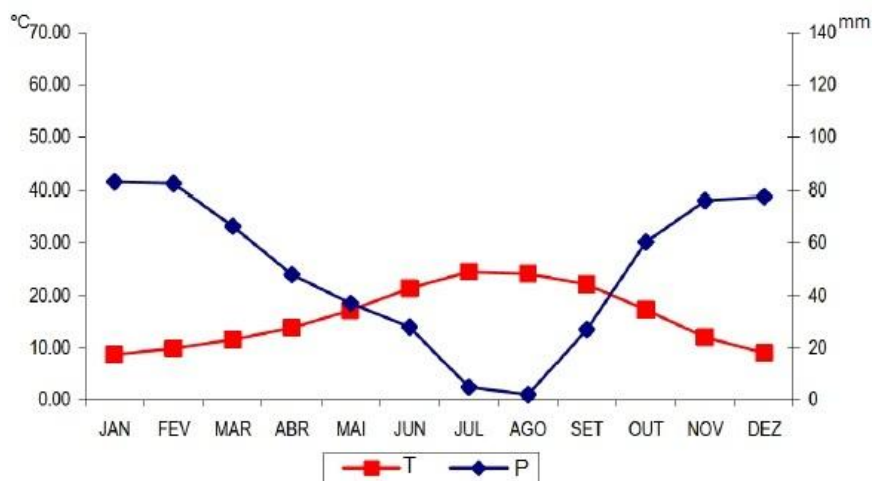
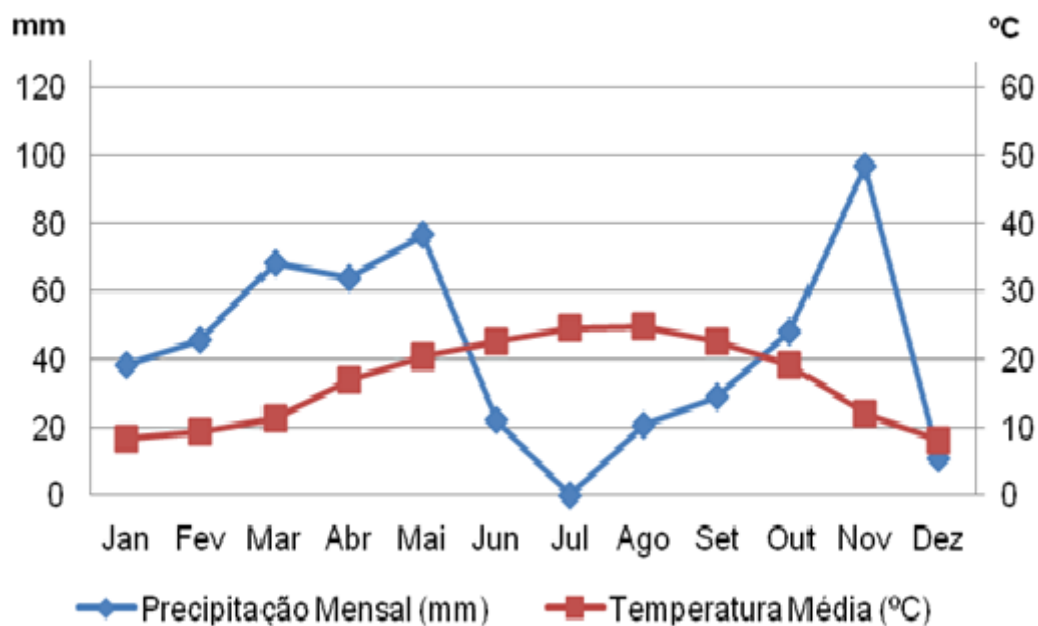


Figura 18 - Diagrama ombrotérmico de Gaussen para Elvas.

Adaptado de Tristany (2010).

No ano de 2011 houve temperaturas médias mais altas entre os meses de Junho e Setembro (de 22.7° a 24.8°), temperaturas médias mais baixas nos meses de Janeiro, Fevereiro e Dezembro (de 8.0° a 9.4°). Os meses com maior precipitação foram os de Março, Maio e Novembro (68.2mm; 76.6mm; 96.6mm) e os de menor precipitação foram os de Julho, Agosto e Dezembro (0.0mm; 20.6mm; 10.6mm). No total choveu no ano de 2011 nesta região 519.8mm (Figura 19).



**Figura 19 - Diagrama Ombrotérmico de Gaussen para de 2011 para Elvas.**

Dados: COTR.

A Figura 20 mostra a precipitação acumulada em 2011 sendo o valor final do ano superior a 500 mm, o que está acima do valor mínimo para a cultura. Observando a Figura 21 podemos concluir que maior anomalia em relação à normal ocorreu nos meses de maio e agosto.

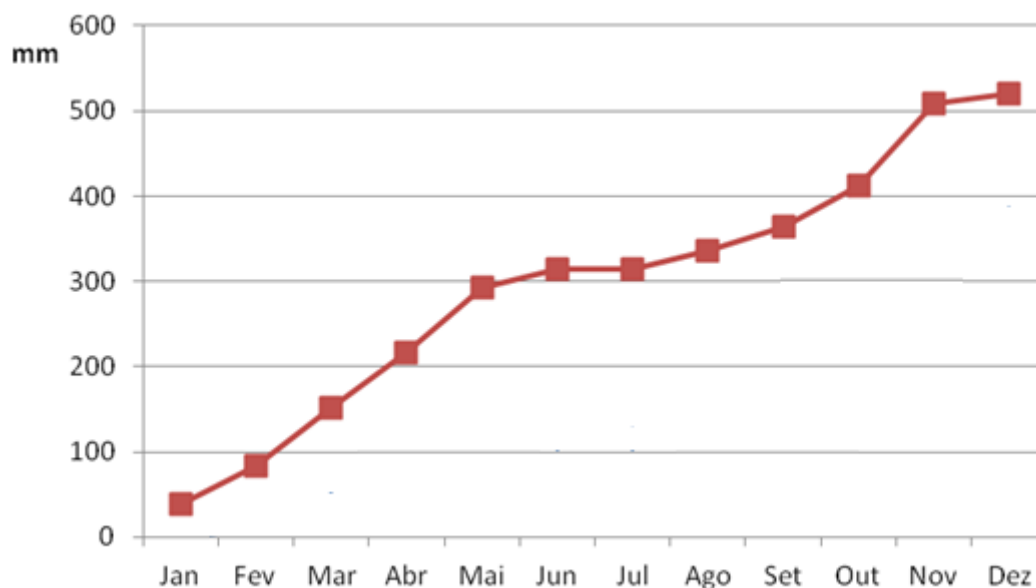


Figura 20 - Gráfico da precipitação acumulada no ano 2011.

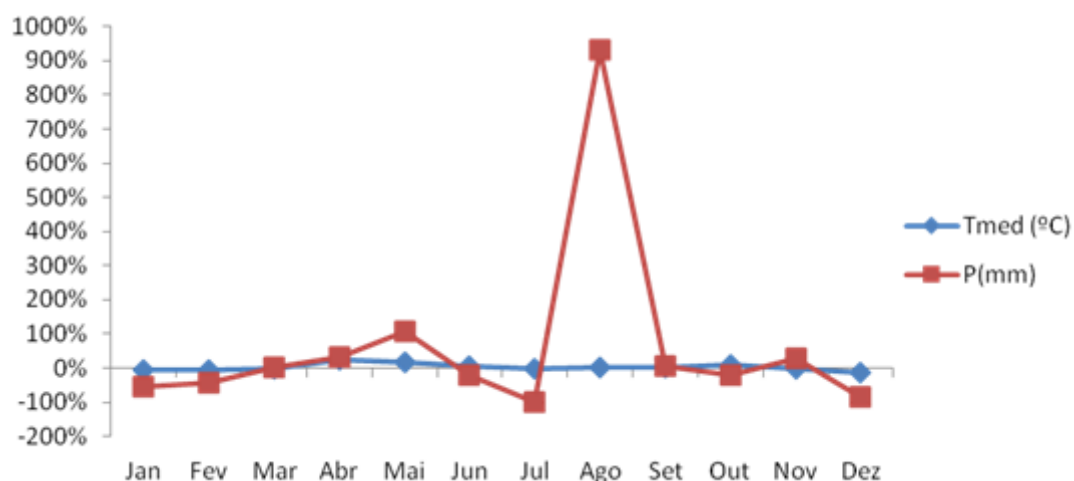


Figura 21 – Desvio da temperatura e precipitação médias do ano 2011 em relação à normal (1958 – 1988).

### 3.4 Solo

Segundo González (2007), existem nesta parcela, dois perfis de solo distintos: Solos calcários vermelhos de calcários (Vc) e Solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos de calcários cristalinos associados a rochas cristalofílicas básicas (Vcv).

Os solos calcários vermelhos de calcários apresentam o seguinte perfil:

Horizonte Ap – 25 a 40 cm; pardo-avermelhado ou vermelho; franco, franco-argilo-arenoso ou franco-argiloso calcário, por vezes com fragmentos de calcário compacto;



estrutura granulosa fina ou média moderada; friável; efervescência viva ao HCl; pH 7,5 a 8,5. Transição gradual para:

Horizonte C – Material originário: material com calcário friável ou noduloso, em geral vermelho-amarelado, constituindo transição para calcário compacto ou não compacto, por vezes friável. Na sua parte superior existe, por vezes, um horizonte Cca, na maioria dos casos não endurecido.

Os solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos de calcários cristalinos associados a rochas cristalofílicas básicas apresentam-se do seguinte modo:

Horizonte A1 – 15 a 30 cm; pardo-avermelhado, vermelho ou castanho avermelhado; franco, por vezes franco-argiloso; estrutura granulosa ou grumosa fina moderada; friável; pH 6,0 a 7,0. Transição nítida para:

Horizonte B – 15 a 50 cm; vermelho-escuro ou castanho-avermelhado (sempre mais escuro do que o anterior); franco-argiloso a argiloso; estrutura anisoforme subangulosa fina ou média moderada a forte; há algumas películas de argila nas faces dos agregados e pequenas concreções ferruginosas; firme; pH 6,0 a 7,0. Transição irregular ou abrupta para:

Horizonte C – Material originário: mistura de material semelhante ao do horizonte anterior com fragmentos de rocha, fazendo transição para a rocha-mãe (calcário cristalino associado a rocha cristalofílica básica).

Os solos desta parcela possuem afloramentos rochosos e têm profundidade bastante irregular. Devido a esta irregularidade na profundidade do solo na parcela, a variabilidade de armazenamento de água é grande.

### 3.6 Amostragem para avaliação da variabilidade espacial

Na impossibilidade de amostrar todas as árvores, foi constituída uma malha de amostragem representativa da parcela em estudo. Para tal utilizou-se uma malha regular de 50x50 metros em que cada ponto correspondeu à amostragem de quatro árvores, marcadas com tinta branca. Os pontos de amostragem, num total de 64, foram numerados (Figura 22 e 23) e marcados com o GPS Geo Explorer XT.

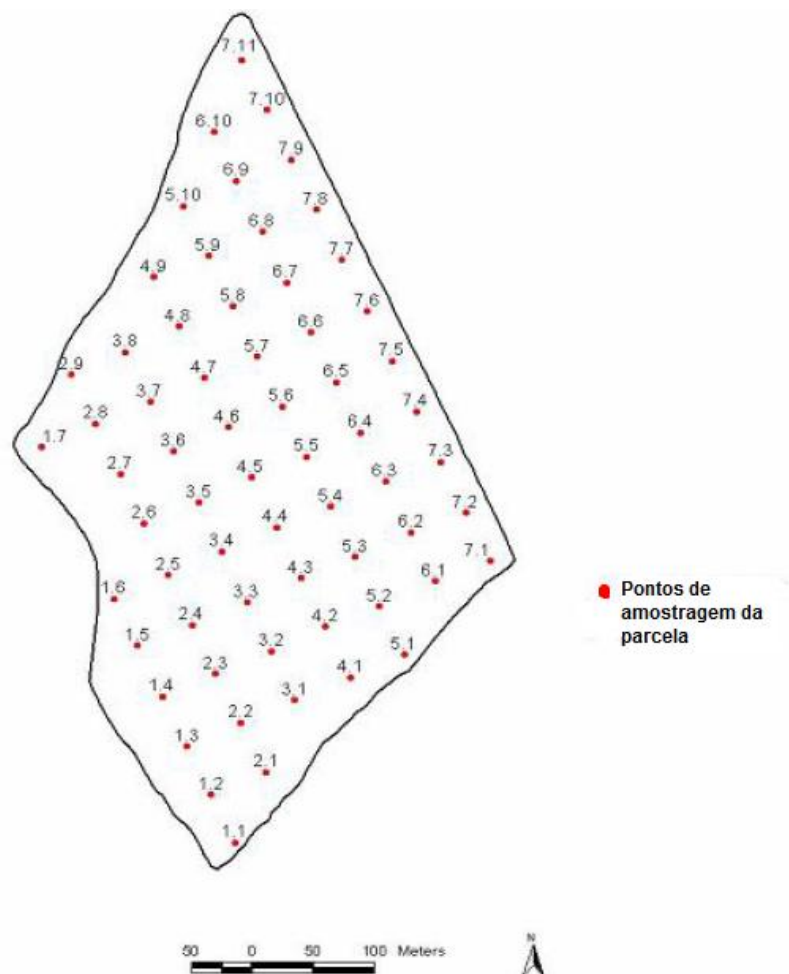


Figura 22 - Numeração dos pontos de amostragem na parcela.

Adaptado de González (2007).



**Figura 23 - Marcação das árvores amostradas.**

Nas determinações a efectuar nos frutos, e de modo a que se conseguisse uma amostra representativa de cada ponto da parcela, escolheram-se aleatoriamente dois sacos, numerados e retirados, das quatro árvores correspondentes a cada ponto (Figura 24). Esta operação foi realizada no dia 24/11/2011. Com os sacos previamente numerados, ao chegar a cada ponto de amostragem, recolheu-se aproximadamente a mesma quantidade de cada uma das quatro árvores, de seguida os sacos eram fechados (Figura 25). Devido à previsão de que o tempo para que fossem executadas todas as análises de dados fosse longo, as amostras foram congeladas, e apenas quando se procedeu a cada uma das análises (Sanidade; Índice de Maturação; Acidez e Rendimento em Azeite; e Peso e Humidade) é que estas foram descongeladas.



**Figura 24 - Recolha das amostras em sacos individuais.**

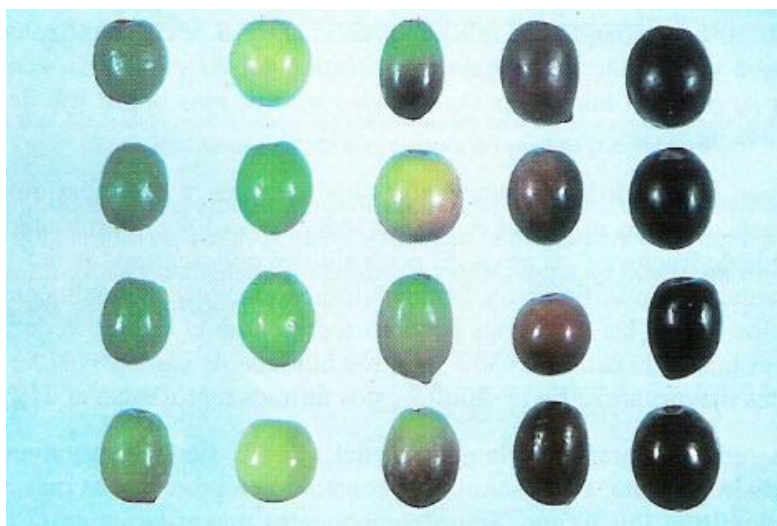


**Figura 25 - Sacos de amostras numerados para recolha de dados.**

### 3.7 Metodologia para determinações na parcela

#### 3.7.1 Índice de maturação

A maturação da azeitona foi avaliada pelo método da Estação de Olivicultura e Elaiotecnica de Jaen, que se baseia na variação de cor no fruto. Como se pode observar na Figura 26, a azeitona tem inicialmente cor verde devido a uma elevada concentração de clorofila. Com a redução de clorofila, a azeitona passa a tomar uma cor amarelada. De seguida, com a acumulação de antocianinas o fruto vai tomar a cores com vários tons de violeta até terminar com a uma coloração negra. Normalmente, na maioria das cultivares, a coloração do fruto começa no ápice continuando até á zona junto ao pedúnculo (Ramalheiro 2009).



**Figura 26 - Diferentes fases de desenvolvimento na maturação da azeitona.**

Este método avalia a maturação das azeitonas através de classes de cor, seguindo a seguinte escala:

Classes de cor:

- 0 – Azeitonas com epiderme verde intenso a verde-escuro;
- 1 – Azeitonas com epiderme amarela ou verde amarelado;
- 2 – Azeitonas com epiderme amarela, com manchas roxas;
- 3 – Azeitonas com epiderme roxa ou violeta claro;
- 4 – Azeitonas com epiderme negra e polpa totalmente verde;



- 5 – Azeitonas com epiderme negra e polpa violeta até metade;
- 6 – Azeitonas com epiderme negra e polpa violeta quase até ao caroço;
- 7 – Azeitonas com epiderme negra e polpa totalmente negra;

Seguidamente, o IM foi calculado através da seguinte expressão:

$$IM = \frac{(0 \times n_0) + (1 \times n_1) + (2 \times n_2) + (3 \times n_3) + (4 \times n_4) + (5 \times n_5) + (6 \times n_6) + (7 \times n_7)}{\sum_{i=0}^7 n_i}$$

em que  $n_0$ ,  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ ,  $n_4$ ,  $n_5$ ,  $n_6$  e  $n_7$ , representam o número de azeitonas pertencentes às 8 classes indicadas (Barranco *et al.* 1999). O número de azeitonas usadas para cada ponto de amostragem foi de aproximadamente 100 unidades.

### 3.7.2 Sanidade

Relativamente à sanidade das azeitonas, executou-se uma observação visual de uma média de 100 azeitonas por cada amostra, recolhidas aleatoriamente, onde se verificou se estas estavam picadas pela mosca da azeitona ou infetadas pela gafa. As azeitonas em que não se observavam lesões provocadas pela gafa ou pela mosca da azeitona foram consideradas sãs.

### 3.7.3 Acidez do azeite

A acidez do azeite foi determinada por titulação com o azeite das azeitonas de cada ponto de amostragem. Para obter o azeite a partir das azeitonas amostradas, foi necessário descaroçar as azeitonas e de seguida triturar a polpa até obter uma pasta relativamente homogénea. Posteriormente centrifugou-se a pasta de azeitona para separar a componente sólida da água e azeite. Após filtração foi separado o azeite utilizado na titulação.

A acidez foi determinada de acordo com o anexo II do regulamento da Comissão Europeia nº 2568 de 11 de Julho de 1991 com apenas a modificação do peso da toma para o ensaio que foi de aproximadamente 6,0 g. Todas as amostras foram analisadas em duplicado. A fórmula para calcular a percentagem de acidez foi:

$$Acidez(\%) = \frac{V \times c \times M}{10 \times m}$$

V= volume de hidróxido de sódio gasto na titulação

c= concentração exata da solução de hidróxido de sódio em moles por litro (0.1M)

M= massa molar do ácido oleico em grama por mol (282 g/mol)

m= massa da amostra em grama

### 3.7.4 Rendimento em azeite

Quando se fala em rendimento em azeite, também poderemos identificar este rendimento como a percentagem de gordura na azeitona ou teor de gordura.

A determinação do rendimento em azeite i.e. a percentagem de gordura, foi efetuada utilizando o sistema Soxtec, que se baseia na extração de gordura de 1g de amostra (previamente moída) com éter petróleo e pesagem da gordura extraída. Anteriormente a esta extração, realizou-se também uma hidrólise, igualmente a partir do Soxtec (Möller, 2007).

Após a hidrólise e a extração através do Soxtec, a amostra foi seca a 80°C para calcular o rendimento em azeite da seguinte forma:

$$\%Gordura = \frac{m_{b+g} - m_b}{m_a} \times 100$$

$m_{b+g}$  = massa do recipiente com a gordura

$m_b$  = massa do recipiente

$m_a$  = massa da amostra (1g)

### 3.7.5 Produtividade

A produtividade de azeitona foi determinada com base na produção de cada ponto de amostragem em que foram colhidas todas as azeitonas das quatro árvores de cada ponto. Para cada árvore a ser colhida, estendeu-se, (por cima da rede utilizada para colher toda a azeitona do olival), quatro tapetes de cor branca para recolher as azeitonas das árvores amostradas com um vibrador frontal hidráulico (Figura 27). Nas

ocasiões em que não existisse uma colheita de todos os frutos da árvore por ação do vibrador frontal hidráulico acoplado ao trator, foi utilizado um varejador a motor (Figura 28).

Depois de colhida a azeitona de cada árvore, esta foi pesada com auxílio de uma balança romana (Figura 29), que pesava no máximo 150 quilogramas com precisão de 1 quilograma. Depois de pesadas as azeitonas das quatro árvores de cada ponto de amostragem, calculou-se a média do peso. Sabendo o peso médio (em quilogramas por planta) e a densidade de plantação da parcela (204 pl/ha), a determinação da produtividade em kg/ha foi obtida pela expressão:

$$produtividade(kg / ha) = peso_{médio}(kg / pl) \times densidade_{plantação}(pl / ha)$$



**Figura 27 - Vibrador frontal hidráulico na colheita.**





**Figura 28 - Varejador a motor numa das árvores amostradas.**



**Figura 29 - Pesagem da azeitona de cada árvore amostrada com uma balança romana.**

### **3.7.6 Peso e Humidade da azeitona**

Para a recolha de dados relacionados com o peso e humidade do fruto usaram-se azeitonas das amostras recolhidas. Estas foram descaroçadas, e secas a 80°C. Os dados mais relevantes retirados a partir deste procedimento foram: percentagem de humidade / matéria seca no fruto fresco e na polpa fresca, a relação polpa/caroço, e a percentagem de caroço no fruto fresco;

### 3.8 Índices de vegetação

Os índices de vegetação foram obtidos a partir de imagens no visível e infra-vermelho efectuadas por avião no dia 31 de Outubro. Para tal foi contratada uma empresa especializada que efectuou um voo a cerca de 500 metros de altitude tendo a resolução espacial resultante sido de 15 cm. As imagens foram ainda georreferenciadas e corrigidas para distorções geométricas. Após importação para um sistema de informação geográfica, foi aplicado um filtro que permitiu separar os pixels correspondentes a copa e os pixels correspondentes a solo/infestantes. Após a aplicação deste filtro, todas as copas foram individualizadas num polígono no centro do qual se obteve a reflectância em cada banda para o cálculo dos índices de vegetação. Deste modo, o valor resultante de cada índice de vegetação diz respeito ao centróide da copa após a aplicação de um filtro do tipo média focal 4x4 pixels.

Os índices de vegetação utilizados foram (Haboudane *et al.*, 2004; Jackson e Huete, 1991; Qi *et al.*, 1994):

- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) =  $\frac{NIR - R}{NIR + R}$
- SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) =  $\frac{NIR - R}{NIR + R + L} \times (1 + L)$ , com  $L=0.5$ ;
- PVR (Photosynthetic Vigour Ratio) =  $\frac{G}{R}$
- PCD (Plant cell density) =  $\frac{NIR}{R}$
- PPR (Plant pigment ratio) =  $\frac{G}{B}$
- IPVI (Infrared Percentage Vegetation Index) =  $\frac{NIR}{NIR + R}$
- DVI (Difference Vegetation Index) =  $NIR - R$
- NDVIG (Normalized Difference Vegetation Index - Green) =  $\frac{NIR - G}{NIR + G}$
- NDGRI (Normalized Difference Green Red Index) =  $\frac{G - R}{G + R}$

- NDGBI(Normalized Difference Green Blue Index) =  $\frac{G - B}{G + B}$
- NDRBI(Normalized Difference Red Blue Index) =  $\frac{R - B}{R + B}$
- I(Intensidade) =  $G + B + R$
- S(Satuação) =  $\frac{(G + B + R) - 3B}{G + B + R}$
- SGB (Subtraction Green Blue) =  $G - B$
- RB (Red Blue) =  $\frac{R}{B}$
- RPER (Red Percentage) =  $\frac{R}{I}$
- GPER (Green Percentage) =  $\frac{G}{I}$
- BPER (Blue Percentage) =  $\frac{B}{I}$

### 3.9 Índices geométricos da copa

Em resultado da elevada resolução espacial das imagens aéreas obtidas (15cm), foi possível delimitar a copa de cada planta através de um polígono. Desta forma, considerou-se também na análise alguns índices relacionados com a forma da copa (Ferreira *et al.*, 2010):

- Área horizontal da copa (A)
- Perímetro horizontal da copa (P)
- Raio da copa com base na área =  $\sqrt{\frac{A}{\pi}}$
- Raio da copa com base no perímetro =  $\frac{P}{2\pi}$

- Rácio dos raios  $= \frac{\text{raio com base na área}}{\text{raio com base no perímetro}}$
- Área com base no perímetro  $A_c = \frac{P^2}{4\pi}$
- Perímetro com base na área  $P_c = 2\pi\sqrt{\frac{A}{\pi}}$
- Coeficiente de Compacidade  $K_c = \frac{P}{P_c} = \left(\frac{\sqrt{\pi}}{2\pi}\right) \times \left(\frac{P}{\sqrt{A}}\right)$
- Índice de Circularidade  $I_c = \frac{A}{A_c} = \left(\frac{A}{P^2}\right) \times 4\pi$

### 3.10 Tratamento estatístico dos dados

Relativamente ao tratamento de todos os dados recolhidos, foi utilizado o programa STATISTICA onde se efetuou todo o tratamento estatístico. Procedeu-se, posteriormente à análise de estatística descritiva e de correlação. A nível da estatística descritiva foram efetuadas análises quer sobre a amostragem pontual e quer sobre a amostragem exaustiva a cada árvore das variáveis correspondentes aos índices de vegetação e de geometria das copas.

Por fim seguiu-se uma modelação dos dados recolhidos em que para os pontos amostrados foram elaborados modelos estatísticos de descrição das variáveis caracterizadoras da produtividade e qualidade da azeitona e azeite (variáveis dependentes).

## **4. Resultados e discussão**

### **4.1 Amostragem pontual**

#### **4.1.1 Estatística descritiva**

Os dados recolhidos no campo foram sujeitos a uma análise estatística descritiva. O quadro 5 apresenta os valores processados. Dar-se-á maior enfoque aos coeficientes de variação das variáveis, pois o objetivo principal deste estudo é analisar a variabilidade espacial existente nesta parcela.

Ao analisarmos os dados conseguimos tirar conclusões relativas à variabilidade das variáveis na parcela. Das variáveis que consideramos mais significantes, podemos concluir que:

- Existe uma grande variabilidade espacial da produtividade (tanto em kg/ha de azeitona como azeite), da percentagem de frutos picados, da percentagem de frutos gafados e da percentagem de frutos insanos dentro da parcela, atingindo coeficientes de variação superiores a 55%, atingindo no caso dos frutos gafados um coeficiente de variação de 91.7%;
- O índice de maturação médio e a percentagem de acidez média das azeitonas têm uma variabilidade significativa na parcela atingindo valores de coeficiente de variação respetivamente de 21.9% e 35.9%.
- Os coeficientes de variação relativos à percentagem de frutos sãos, percentagem de humidade no fruto fresco, percentagem de caroço no fruto fresco, e percentagem de gordura no fruto fresco (e seco) mostram-nos que a sua variabilidade dentro da parcela não é significativa;

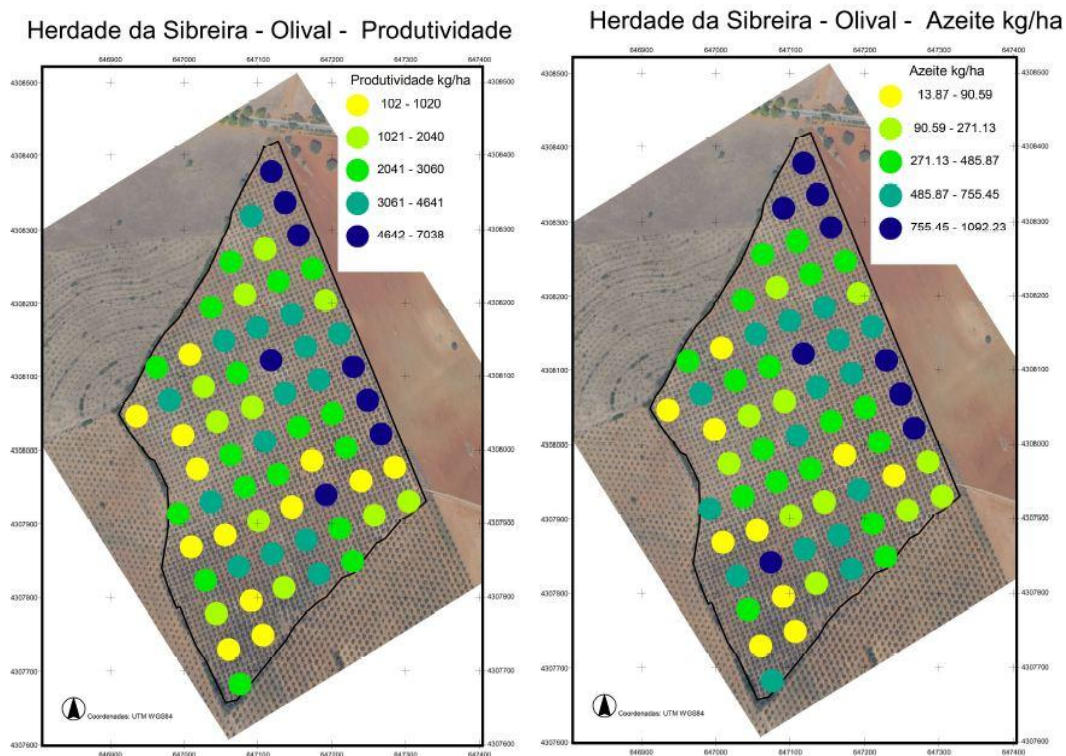
No caso da produtividade de azeitona, encontrou-se uma variação dentro da parcela de pouco mais de 0,1 t/ha até cerca de 7 t/ha, o que em termos de gestão é muito considerável. Valores da mesma ordem se encontram por exemplo para a produtividade de azeite: cerca de 14 kg/ha até 1 t/ha.

#### **4.1.2 Distribuição espacial**

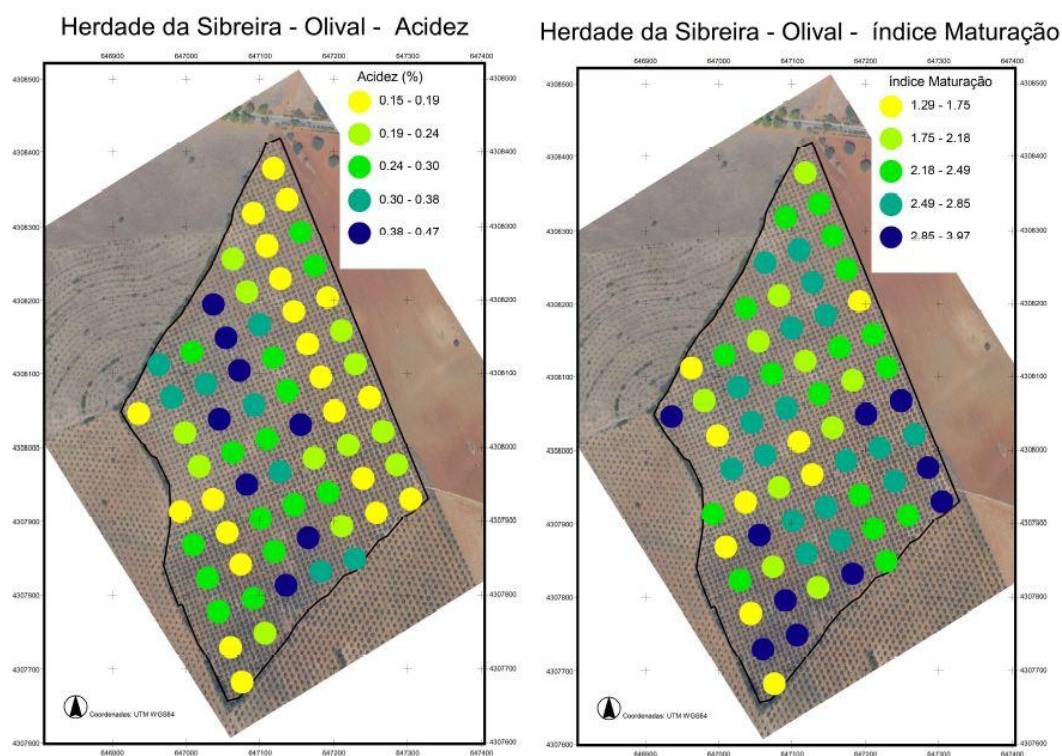
As figuras 30, 31, 32, 33, e 34 mostram a distribuição espacial das variáveis relativas à produtividade e qualidade da azeitona e azeite.

**Quadro 5 - Estatística descritiva das variáveis em estudo nos pontos de amostragem.**

	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Primeiro Quartil	Terceiro Quartil	Amplitude	Variação	Desvio padrão	Coefficiente de Variação	Erro Padrão	Skewness	Kurtosis
<b>Produtividade em kg de azeitona/ha</b>	2746,828	2524,500	102,00	7038,00	1402,50	3748,50	6936,00	3288231,03	1813,35	66,02	226,67	0,59	-0,22
<b>Produtividade em kg de azeite/ha</b>	435,682	405,213	13,87	1092,23	209,34	589,43	1078,36	83225,53	288,49	66,22	36,06	0,55	-0,34
<b>Índice de maturação médio</b>	2,405	2,420	1,29	3,97	2,16	2,64	2,68	0,28	0,53	21,87	0,07	0,06	0,78
<b>% De frutos picados</b>	13,017	11,500	2,00	36,00	6,00	18,50	34,00	76,07	8,72	67,00	1,09	0,82	-0,17
<b>% De frutos gafados</b>	5,953	4,500	0,00	25,00	2,00	8,00	25,00	29,80	5,46	91,70	0,68	1,70	2,97
<b>% De frutos sãos</b>	81,970	83,000	56,00	98,00	75,50	90,00	42,00	99,33	9,97	12,16	1,25	-0,42	-0,55
<b>% De frutos insanos</b>	18,030	17,000	2,00	44,00	10,00	24,50	42,00	99,33	9,97	55,28	1,25	0,42	-0,55
<b>% Humidade no fruto fresco</b>	57,965	57,730	52,74	66,55	56,64	59,30	13,81	5,30	2,30	3,97	0,29	0,58	2,19
<b>% Carço no fruto fresco</b>	15,611	15,503	13,30	18,31	14,81	16,33	5,00	1,35	1,16	7,45	0,15	0,24	-0,43
<b>% Humidade na polpa fresca</b>	68,690	68,479	62,94	76,77	66,83	70,49	13,83	6,78	2,60	3,79	0,33	0,29	0,45
<b>% De Gordura em Seco</b>	59,890	60,288	45,22	66,91	58,09	62,87	21,69	19,46	4,41	7,36	0,55	-1,14	1,68
<b>% De Gordura em Fruto Fresco</b>	15,817	15,788	11,39	19,38	14,66	16,64	7,99	2,99	1,73	10,93	0,22	0,02	-0,01
<b>% Acidez Média</b>	0,260	0,231	0,15	0,47	0,18	0,31	0,33	0,01	0,09	35,92	0,01	0,91	-0,20



**Figura 30 - Cartas referentes à produtividade em azeitona kg/ha e em azeite kg/ha.**

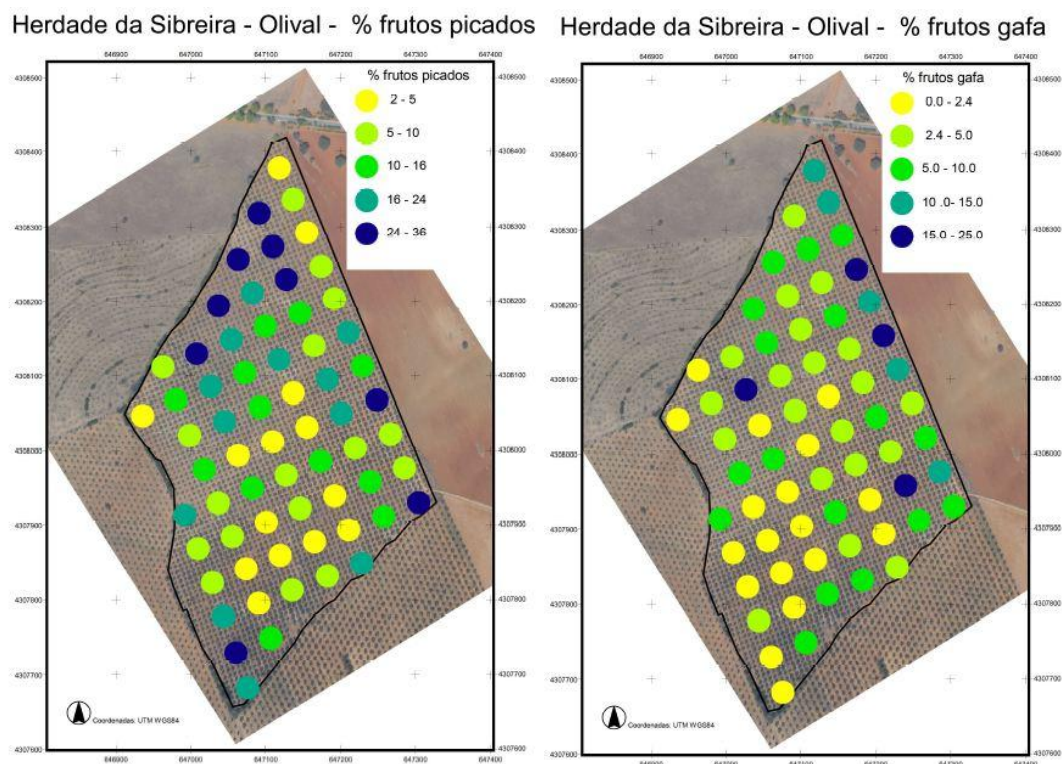


**Figura 31 - Cartas referentes à percentagem de acidez média e ao índice de maturação.**



Na Figura 30 consegue-se verificar que a produtividade em quilogramas de azeitona por hectare e quilogramas de azeite por hectare mostram, mantém um padrão praticamente igual. No que se refere à variabilidade espacial, ambas as cartas mostram que as zonas de maior produtividade encontram-se a norte e a este. Tendo em conta que a produtividade em quilogramas de azeite deriva do cálculo entre a percentagem de gordura e a produtividade em quilogramas de azeitona e ambas as cartas apresentam um padrão praticamente igual, conclui-se que a variabilidade de quilogramas de azeitona tem mais influência na produtividade do que a percentagem de gordura no fruto fresco.

Na Figura 31 podemos observar as cartas relativas à percentagem de acidez média e ao índice de maturação. A acidez apresenta um padrão que nada se compara com as outras variáveis, apresentando um faixa central com azeitonas com uma maior acidez média. Relativamente ao índice de maturação médio das azeitonas verifica-se que a sul da parcela, as azeitonas amadureceram mais cedo. Este facto pode ser justificado pela menor carga de azeitona a sul. Ao haver mais azeitonas numa árvore, estas demoraram mais tempo a amadurecer e acumular reservas do que numa árvore com menor carga de azeitona.



**Figura 32 - Cartas referentes às percentagens de frutos picados e gafados.**

As cartas relativas aos frutos picados e gafados (Figura 32) apresentam valores mais elevados na zona mais a norte da parcela. A percentagem de frutos picados apresenta uma maior expansão



na parcela relativamente à percentagem de frutos gafados, pois na nossa amostra não se verificou uma grande incidência de gafa comparativamente ao ataque da mosca.

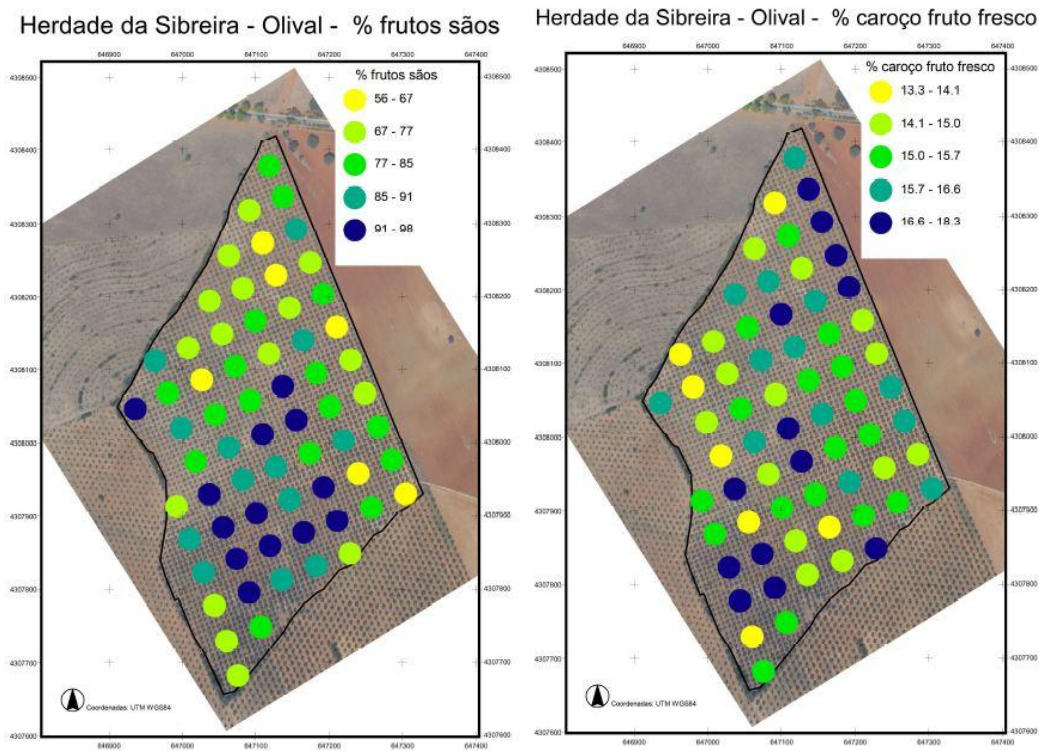


Figura 33 - Cartas referentes à percentagem de frutos são e à percentagem de caroço no fruto fresco.

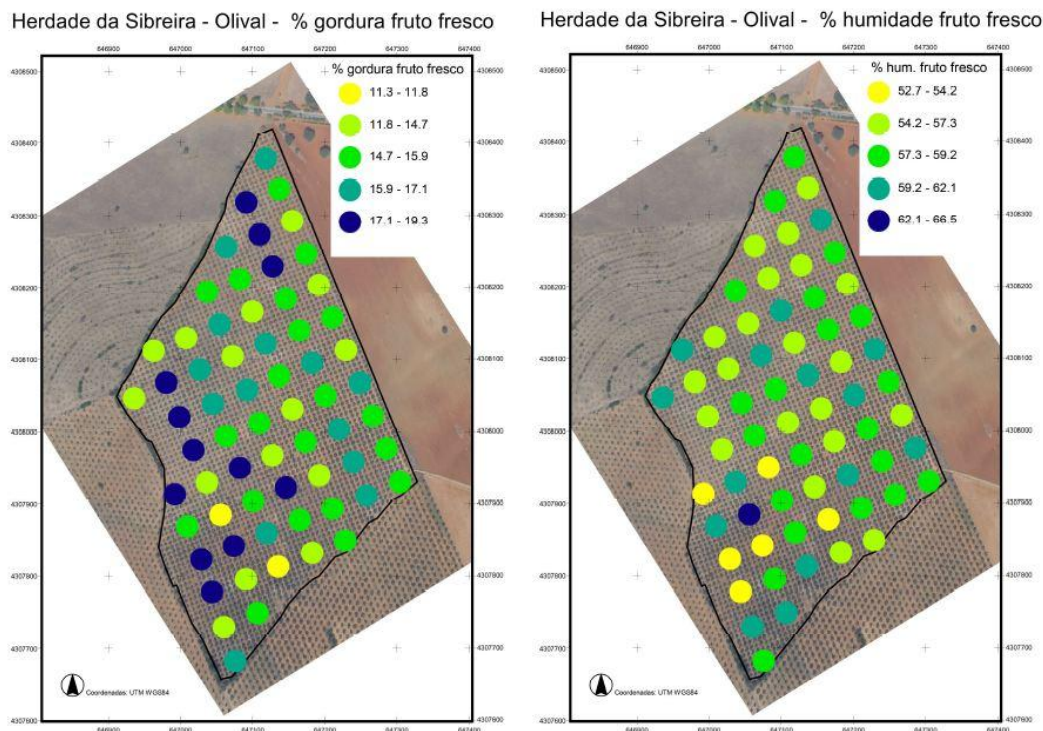


Figura 34 - Cartas referentes às percentagens de gordura e humidade no fruto fresco.

Na Figura 33 verificamos, tal como esperado ao observar a Figura 32, a percentagem de frutos sãos, tem maior valor na zona sul da parcela. O facto das percentagens de frutos gafados e picados terem correlação negativa com a percentagem de frutos sãos, já adivinhava este facto. Relativamente às percentagens de humidade e caroço no fruto fresco (Figuras 33 e 34), estas não apresentam nenhum padrão específico na parcela. Na carta referente à percentagem de gordura no fruto fresco já se encontra um padrão espacial. Nas zonas sul e oeste da parcela, e numa pequena mancha a norte, encontram-se as árvores com azeitonas de melhor rendimento em azeite.

## **4.2 Índices vegetativos e índices geométricos da copa**

### **4.2.1 Estatística descritiva**

O quadro 6 apresenta os resultados da estatística descritiva dos índices vegetativos e geométricos das copas relativos aos pontos amostrados. Dar-se-á maior enfoque aos coeficientes de variação das variáveis, pois o objetivo principal deste estudo é analisar a variabilidade espacial existente nesta parcela.

Relativamente aos índices de vegetação e índices geométricos da copa podemos concluir que:

- As variáveis com uma enorme variabilidade na parcela são o SGB, NDGBI e NDRBI, com coeficientes de variação superiores a 1000%;
- O NDGRI apresenta igualmente grande variabilidade na parcela, atingindo um de coeficiente de variação 57.9%;
- Os restantes dados dos índices de vegetativos não apresentam valores de coeficiente de variação inferiores a 17%;

No Quadro 7 podemos observar a estatística descritiva dos índices vegetativos e geométricos das copas relativos aos pontos amostrados tendo em conta todas as árvores da parcela.

Quadro 6 - Estatística descritiva das variáveis em estudo nos pontos de amostragem.

	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Primeiro Quartil	Terceiro Quartil	Amplitude	Variação	Desvio padrão	Coefficiente de Variação	Erro Padrão	Skewness	Kurtosis
<b>NDVI</b>	0,337	0,336	0,24	0,47	0,31	0,35	0,23	0,00	0,045	13,24	0,006	0,66	0,95
<b>SAVI</b>	0,504	0,503	0,36	0,70	0,46	0,53	0,34	0,00	0,067	13,24	0,008	0,66	0,95
<b>PVR</b>	1,045	1,045	0,96	1,10	1,03	1,06	0,14	0,00	0,026	2,47	0,003	-0,45	0,97
<b>PCD</b>	2,045	2,030	1,63	2,79	1,90	2,11	1,16	0,05	0,220	10,75	0,027	1,20	2,18
<b>PPR</b>	1,003	1,007	0,84	1,08	0,98	1,03	0,23	0,00	0,047	4,66	0,006	-1,13	1,71
<b>IPVI</b>	0,668	0,668	0,62	0,73	0,65	0,68	0,11	0,00	0,022	3,34	0,003	0,66	0,96
<b>DVI</b>	107,589	109,211	72,89	138,47	95,11	119,14	65,58	242,72	15,580	14,48	1,947	-0,24	-0,80
<b>SGB</b>	0,448	0,736	-14,92	8,50	-2,06	3,75	23,42	23,49	4,846	1081,65	0,606	-0,87	1,00
<b>RB</b>	0,961	0,968	0,77	1,05	0,94	0,99	0,28	0,00	0,049	5,08	0,006	-1,35	3,27
<b>NDVIG</b>	0,318	0,318	0,22	0,45	0,29	0,34	0,22	0,00	0,043	13,65	0,005	0,42	0,69
<b>NDGRI</b>	0,021	0,022	-0,02	0,05	0,02	0,03	0,07	0,00	0,012	57,92	0,002	-0,58	1,35
<b>NDGBI</b>	0,000	0,003	-0,09	0,04	-0,01	0,02	0,12	0,00	0,024	8537,32	0,003	-1,28	2,20
<b>NDRBI</b>	0,000	0,003	-0,09	0,04	-0,01	0,02	0,12	0,00	0,024	8537,32	0,003	-1,28	2,20
<b>I</b>	324,520	330,836	249,78	374,92	313,92	342,01	125,14	632,04	25,140	7,75	3,143	-1,10	1,14
<b>S</b>	108,379	109,339	90,76	119,62	105,41	113,28	28,85	37,85	6,152	5,68	0,769	-0,83	0,21
<b>RPER</b>	0,324	0,325	0,29	0,34	0,32	0,33	0,04	0,00	0,007	2,27	0,001	-1,33	3,33
<b>GPER</b>	0,338	0,339	0,32	0,35	0,33	0,34	0,03	0,00	0,006	1,89	0,001	-1,05	1,10
<b>BPER</b>	0,338	0,337	0,32	0,38	0,33	0,34	0,06	0,00	0,011	3,28	0,001	1,58	3,93
<b>Área da copa (m²)</b>	18,739	18,787	12,34	27,84	16,94	20,37	15,50	9,74	3,120	16,65	0,390	0,29	0,35
<b>Perímetro (m)</b>	18,280	18,324	14,52	22,25	16,97	19,29	7,72	3,58	1,891	10,35	0,236	0,18	-0,54
<b>Raio com base na área (m)</b>	2,423	2,435	1,97	2,97	2,31	2,54	1,00	0,04	0,203	8,38	0,025	0,01	0,08
<b>Raio com base no perímetro (m)</b>	2,909	2,916	2,31	3,54	2,70	3,07	1,23	0,09	0,301	10,35	0,038	0,18	-0,54
<b>Rácio dos raios</b>	0,838	0,839	0,77	0,91	0,82	0,86	0,14	0,00	0,031	3,76	0,004	-0,03	0,01
<b>Circularidade</b>	0,704	0,704	0,59	0,82	0,67	0,74	0,23	0,00	0,052	7,33	0,006	0,11	0,02
<b>Compacidade</b>	1,200	1,195	1,10	1,32	1,17	1,23	0,22	0,00	0,048	4,00	0,006	0,35	0,18

**Quadro 7 - Estatística descritiva das variáveis de detecção remota para todas as árvores da parcela.**

	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Primeiro Quartil	Terceiro Quartil	Amplitude	Variância	Desvio padrão	Coefficiente de Variação	Erro Padrão	Skewness	Kurtosis
<b>NDVI</b>	0,33	0,33	0,12	0,54	0,29	0,37	0,42	0,00	0,06	17,7	0,001	0,075	0,051
<b>SAVI</b>	0,49	0,50	0,19	0,81	0,44	0,55	0,62	0,01	0,09	17,7	0,002	0,074	0,051
<b>PVR</b>	1,04	1,04	0,86	1,23	1,01	1,07	0,37	0,00	0,04	3,8	0,001	0,250	0,588
<b>PCD</b>	2,02	2,00	1,29	3,36	1,83	2,18	2,07	0,07	0,27	13,5	0,005	0,663	0,935
<b>PPR</b>	1,00	1,01	0,74	1,17	0,96	1,04	0,43	0,00	0,06	6,3	0,001	-0,708	0,786
<b>IPVI</b>	0,67	0,67	0,56	0,77	0,65	0,68	0,21	0,00	0,03	4,4	0,001	0,075	0,055
<b>DVI</b>	105,20	106,33	39,33	165,56	89,00	121,67	126,22	469,10	21,66	20,6	0,381	-0,126	-0,658
<b>SGB</b>	-0,04	0,56	-25,67	17,56	-3,89	4,67	43,22	42,82	6,54	-18126,2	0,115	-0,525	0,308
<b>RB</b>	0,96	0,97	0,71	1,18	0,92	1,01	0,48	0,00	0,07	6,8	0,001	-0,564	0,747
<b>NDVIG</b>	0,31	0,32	0,12	0,49	0,28	0,35	0,37	0,00	0,05	17,4	0,001	-0,036	0,048
<b>NDGRI</b>	0,02	0,02	-0,07	0,11	0,01	0,03	0,18	0,00	0,02	99,2	0,000	0,101	0,575
<b>NDGBI</b>	0,00	0,00	-0,15	0,08	-0,02	0,02	0,23	0,00	0,03	-1497,2	0,001	-0,933	1,352
<b>NDRBI</b>	0,00	0,00	-0,15	0,08	-0,02	0,02	0,23	0,00	0,03	-1497,2	0,001	-0,933	1,352
<b>I</b>	325,83	330,78	223,67	410,22	307,22	348,00	186,56	989,30	31,45	9,7	0,553	-0,619	0,056
<b>S</b>	108,98	109,68	79,26	130,31	103,68	114,88	51,06	65,45	8,09	7,4	0,142	-0,376	-0,225
<b>RPER</b>	0,32	0,33	0,28	0,36	0,32	0,33	0,08	0,00	0,01	3,1	0,000	-0,545	0,942
<b>GPOR</b>	0,34	0,34	0,30	0,36	0,33	0,34	0,07	0,00	0,01	2,7	0,000	-0,650	0,773
<b>BPER</b>	0,34	0,34	0,30	0,41	0,33	0,35	0,10	0,00	0,01	4,3	0,000	1,020	1,703
<b>Área da copa (m²)</b>	18,00	17,90	2,32	35,59	15,00	20,94	33,28	21,28	4,61	25,6	0,081	0,148	0,412
<b>Perímetro da copa (m)</b>	18,15	18,02	5,88	29,87	16,22	20,03	23,99	9,01	3,00	16,5	0,053	0,199	0,549
<b>Raio com base na área (m)</b>	2,37	2,39	0,86	3,37	2,19	2,58	2,51	0,10	0,32	13,3	0,006	-0,380	0,867
<b>Raio com base no perímetro (m)</b>	2,89	2,87	0,94	4,75	2,58	3,19	3,82	0,23	0,48	16,5	0,008	0,199	0,549
<b>Rácio dos raios</b>	0,83	0,84	0,49	0,95	0,79	0,88	0,46	0,00	0,07	8,1	0,001	-1,001	1,176
<b>Circularidade</b>	0,69	0,71	0,24	0,90	0,63	0,77	0,66	0,01	0,11	15,5	0,002	-0,740	0,364
<b>Compacidade</b>	1,22	1,19	1,05	2,04	1,14	1,26	0,98	0,01	0,11	9,1	0,002	1,729	4,898

A comparação entre a estatística descritiva dos índices de vegetação e índices geométricos da copa, correspondentes aos pontos de amostragem e a estatística descritiva relativa a todas as árvores da parcela dá-nos a confirmação da representatividade da amostra. Apesar de haver algumas diferenças nos máximos e mínimos das variáveis respeitantes ao tamanho da copa da árvore, todos os outros índices estão bem caracterizados pela amostra. O facto de existirem na parcela algumas árvores bastante novas, (devido há necessidade de reposição de árvores anteriormente arrancadas), leva a que a diferença entre os mínimos nas variáveis respeitantes ao tamanho da copa seja mais acentuada. Este facto leva a que a variabilidade observada através dos dados relativos a todas as árvores da parcela seja maior. No que diz respeito aos índices vegetativos, as diferenças na variabilidade são mínimas, excetuando nos índices SGB, NDGRI, NDGBI e NDRBI. Como seria de esperar, as diferenças na amplitude são as mais significativas mas os valores das médias e das medianas são semelhantes. Assim sendo podemos afirmar que a amostra é representativa da parcela.

## 4.2.2 Distribuição espacial

Através da detecção remota foi possível obter valores dos índices vegetativos e índices geométricos da copa para cada árvore. A figura 35 mostra a carta correspondente ao infravermelho e ao compósito RGB.

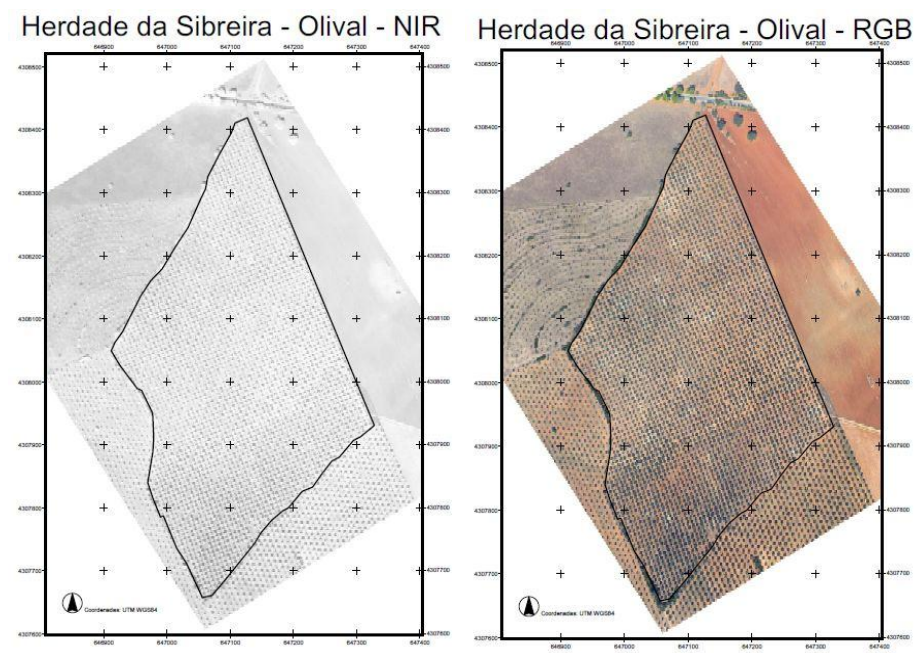
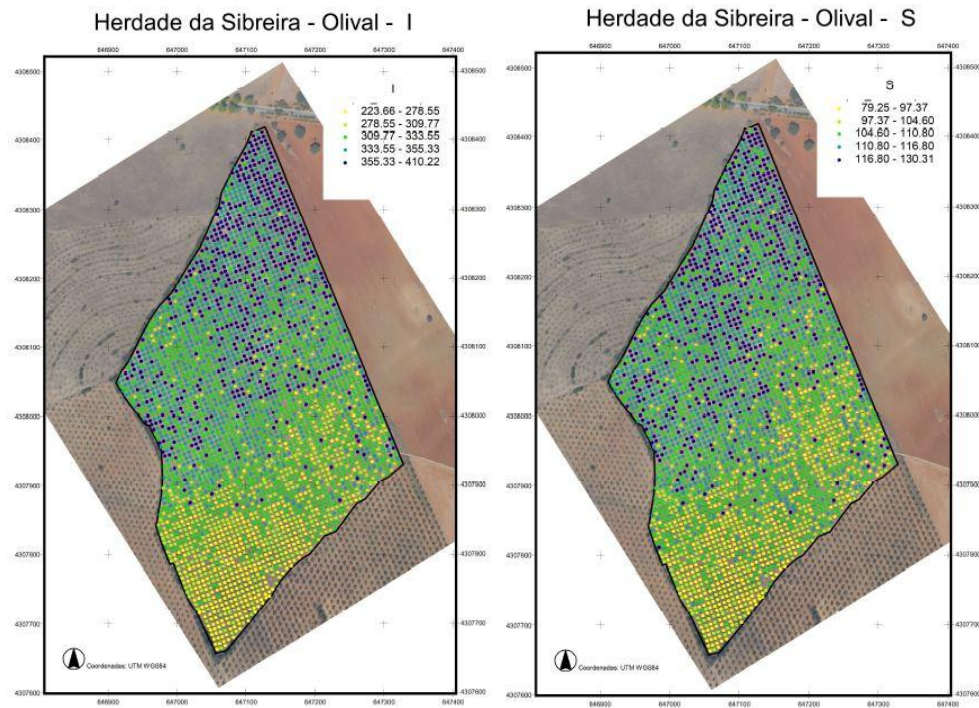


Figura 35 – Cartas referentes ao infravermelho próximo (NIR) e ao visível (RGB).



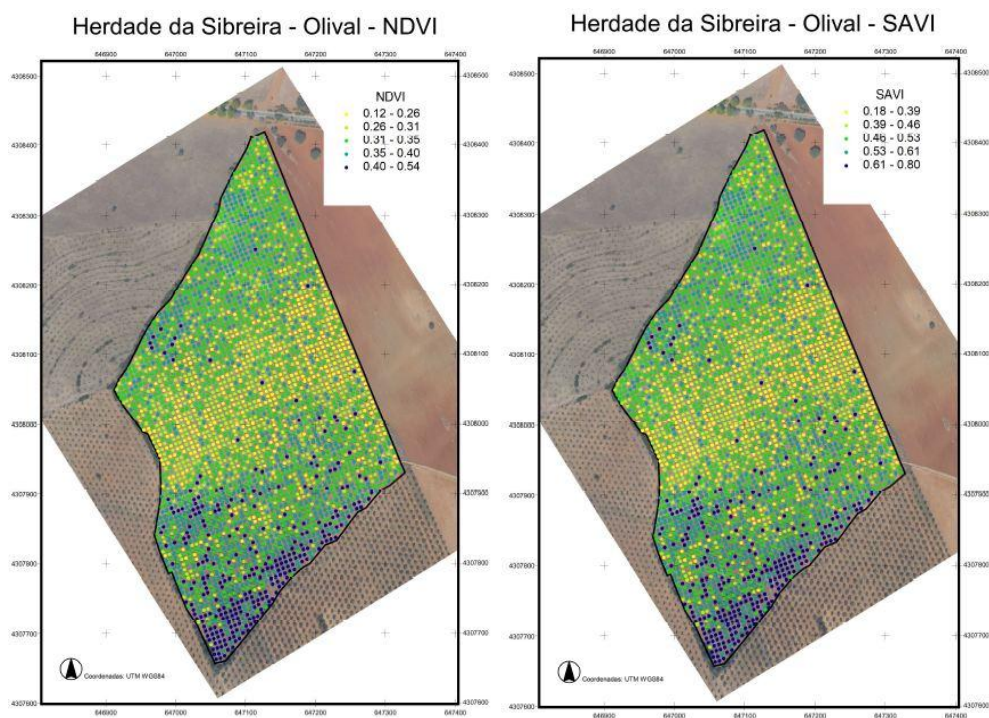
As cartas relativas à individualização das copas e à falsa-cor encontram-se no anexo 7.5.

As cartas da parcela dos vários índices de vegetação e índices geométricos da copa fornecem uma melhor visualização dos padrões e variabilidade espacial.

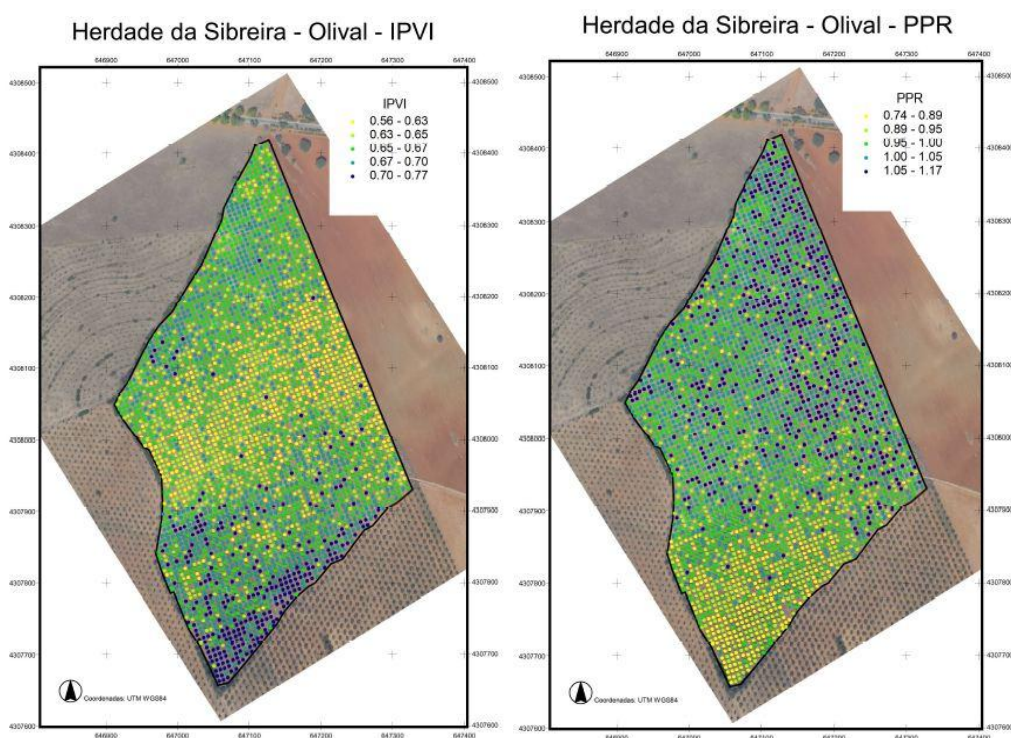


**Figura 36 - Cartas referentes aos índices de intensidade e saturação.**

Como se pode observar na Figura 36 os índices Intensidade e Saturação, estão bastante relacionados. Ambas as cartas demonstram um padrão semelhante na parcela, onde os valores de saturação e intensidade são maiores a norte da parcela.



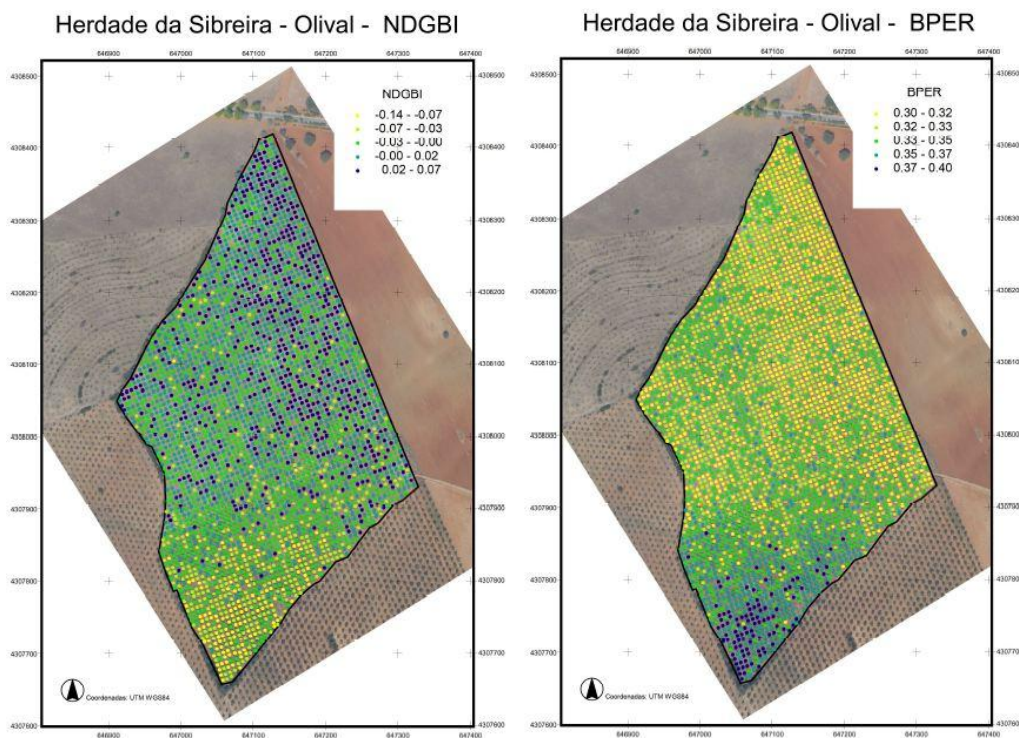
**Figura 37 - Cartas referentes aos índices NDVI e SAVI.**



**Figura 38 - Cartas referentes aos índices IPVI e PPR.**

Na Figura 37, também se encontra um padrão bastante idêntico entre o NDVI e o SAVI. Ao verificar que estes dois índices possuem uma relação significativa negativa com a I e o S, é com naturalidade que verificamos que os padrões da carta são

inversos, ou seja, onde encontramos um NDVI ou SAVI elevado, encontraremos uma I ou S mais baixa (Figura 36). Relativamente ao IPVI, encontramos um padrão semelhante ao do NDVI e SAVI, que é justificado pelas suas relações positivas significativas. Na carta relativa ao PPR, não encontramos um padrão bem distinto, apesar de se verificar uma concentração de valores mais elevados nas zonas sul e este da parcela, e com uma relação positiva significativa com a I e a S (Figura 38).



**Figura 39 - Cartas referentes aos índices NDGBI e BPER.**

Na Figura 39 conclui-se que o índice NDGBI possui uma relação negativa com o NDVI, SAVI e IPVI, comprovado pelos coeficientes de correlação negativos com os mesmos índices. Relativamente ao BPER, encontramos uma maioria de valores baixos em toda a parcela, á exceção da zona mais a sul da mesma.

As cartas referentes as restantes índices em análise encontram-se no anexo 7.5.



## 4.3 Correlação e modelação

### 4.3.1 Análise de correlação

A análise de correlação entre as variáveis em estudo permite determinar o grau de inter-relação existente entre elas. Nos quadros 8, 9 e 10 estão representadas essas mesmas correlações.

Perante o resultado obtido através das correlações das variáveis, é-nos fácil tecer algumas considerações sobre quais as variáveis obtidas por deteção remota, que se relacionam significativamente com as variáveis que pretendemos descrever: produtividade em kg/ha de azeitona; produtividade em kg/ha de azeite; índice de maturação médio; percentagem de gordura em fruto fresco; percentagem de acidez média; percentagem de frutos picados e percentagem de frutos gafados.

No que respeita a **produtividade em kg/ha de azeitona** observámos, com significância, que:

- Os dados que caracterizam o tamanho da copa, (**área da copa, perímetro da copa, raio da copa com base na área, e raio da copa com base no perímetro**), influenciam a produtividade forma negativa. Dentro do espectro de tamanho de copa encontrado, quando a área e perímetro da copa aumenta há a tendência para que a produtividade diminua ( $-0.31 < r < -0.28$ );
- A relação com o **NDVI** e com o **NDVIG** também é negativa, ou seja, quanto mais vigorosa é a planta, menor é a sua produtividade ( $r = -0.28$ );
- O índice vegetativo **SAVI**, também contém uma relação negativa com a produtividade, o que faz todo o sentido, já que o SAVI deriva do NDVI ( $r = -0.28$ );
- O **PCD**, que nos indica a quantidade de biomassa fotossinteticamente ativa, tem tal como o NDVI e o SAVI uma relação negativa com a produtividade, o que nos reforça a ideia de que o maior vigor da planta afeta negativamente a sua produtividade ( $r = -0.29$ );
- A relação positiva com o **PPR** indica-nos que quando a folhagem é mais fortemente pigmentada, a produtividade é afetada positivamente ( $r = 0.25$ );
- Sendo o **IPVI**, tal como o NDVI e o SAVI, um índice vegetativo que indica o vigor da planta, a sua relação com a produtividade é também negativa ( $r = -0.28$ );

- Os valores de **NDGBI**, **NDRBI**, **I** e **S** relacionam-se positivamente com a produtividade ( $0.25 < r < 0.29$ );

O **BPER**, que indica que as zonas onde a percentagem da banda do azul é absorvida com maior eficácia, afeta negativamente a produtividade ( $r=-0.26$ );

Quadro 8 – Análise de correlações (parte 1). Os valores marcados a negrito são os valores significativamente relacionados com  $p < 0,05$ .

	Produtividade em kg de azeitona	Índice de maturação médio	% De frutos picados	% De frutos gafados	% De frutos são	% Humidade no fruto fresco	% Carço no fruto fresco	% Humidade na polpa fresca	% De Gordura em Seco	% De Gordura em Fruto Fresco	Produtividade em kg de azeite/há	% Acidez Média
Produtividade em kg de azeitona	1,00											
Índice de maturação médio	-0,17	1,00										
% De frutos picados	-0,06	0,19	1,00									
% De frutos gafados	0,07	0,10	0,06	1,00								
% De frutos são	0,02	-0,22	<b>-0,86</b>	<b>-0,54</b>	1,00							
% Humidade no fruto fresco	-0,11	0,24	-0,14	0,02	0,11	1,00						
% Carço no fruto fresco	0,20	<b>-0,25</b>	-0,16	-0,02	0,13	<b>-0,29</b>	1,00					
% Humidade na polpa fresca	-0,03	0,16	-0,20	0,02	0,16	<b>0,94</b>	0,06	1,00				
% De Gordura em Seco	0,06	0,05	0,17	0,07	-0,17	-0,01	0,18	0,05	1,00			
% De Gordura em Fruto Fresco	0,04	-0,07	<b>0,29</b>	0,04	<b>-0,26</b>	<b>-0,69</b>	-0,05	<b>-0,73</b>	<b>0,63</b>	1,00		
Produtividade em kg de azeite/há	<b>0,99</b>	-0,17	0,00	0,06	-0,02	-0,20	0,19	-0,14	0,14	0,17	1,00	
% Acidez Média	-0,03	-0,20	-0,10	-0,21	0,22	-0,10	-0,08	-0,13	<b>-0,42</b>	-0,18	-0,06	1,00

Quadro 9 - Análise de correlações (parte 2). Os valores marcados a negrito são os valores significativamente relacionados p <0,05.

	Produtividade em kg de azeitona	Índice de maturação médio	% De frutos picados	% De frutos gafados	% De frutos sãos	% Humidade no fruto fresco	% Caroço no fruto fresco	% Humidade na polpa fresca	% De Gordura em Seco	% De Gordura em Fruto Fresco	Produtividade em kg de azeite/há	% Acidez Média
NDVI	<b>-0,28</b>	0,13	0,06	-0,11	0,00	<b>0,25</b>	0,06	<b>0,28</b>	<b>-0,27</b>	<b>-0,40</b>	<b>-0,31</b>	0,00
SAVI	<b>-0,28</b>	0,13	0,06	-0,11	0,00	<b>0,25</b>	0,06	<b>0,28</b>	<b>-0,27</b>	<b>-0,40</b>	<b>-0,31</b>	0,00
PVR	-0,05	-0,19	0,24	-0,20	-0,11	0,16	-0,22	0,08	-0,21	-0,18	-0,07	0,13
PCD	<b>-0,29</b>	0,15	0,06	-0,12	0,01	<b>0,26</b>	0,04	<b>0,28</b>	<b>-0,26</b>	<b>-0,39</b>	<b>-0,33</b>	-0,01
PPR	<b>0,25</b>	-0,17	0,12	<b>0,25</b>	-0,21	0,00	0,00	0,00	0,12	0,08	<b>0,25</b>	-0,11
IPVI	<b>-0,28</b>	0,13	0,06	-0,11	0,00	<b>0,25</b>	0,06	<b>0,28</b>	<b>-0,27</b>	<b>-0,40</b>	<b>-0,31</b>	0,00
DVI	-0,17	0,01	0,13	0,00	-0,10	0,21	0,12	<b>0,26</b>	-0,24	<b>-0,38</b>	-0,21	0,00
SGB	<b>0,25</b>	-0,15	0,13	<b>0,25</b>	-0,22	0,00	0,00	0,01	0,13	0,09	<b>0,25</b>	-0,13
RB	<b>0,25</b>	-0,04	-0,01	<b>0,33</b>	-0,14	-0,07	0,11	-0,03	0,22	0,16	<b>0,26</b>	-0,18
NDVIG	<b>-0,28</b>	0,19	-0,01	-0,06	0,03	0,22	0,12	<b>0,27</b>	-0,22	<b>-0,37</b>	<b>-0,31</b>	-0,04
NDGRI	-0,05	-0,19	<b>0,25</b>	-0,19	-0,12	0,16	-0,22	0,08	-0,21	-0,17	-0,07	0,13
NDGBI	<b>0,25</b>	-0,17	0,11	<b>0,25</b>	-0,21	-0,01	0,00	0,00	0,11	0,08	<b>0,25</b>	-0,10
NDRBI	<b>0,25</b>	-0,17	0,11	<b>0,25</b>	-0,21	-0,01	0,00	0,00	0,11	0,08	<b>0,25</b>	-0,10
I	<b>0,29</b>	<b>-0,28</b>	0,14	0,16	-0,17	-0,18	0,06	-0,16	0,14	0,22	<b>0,31</b>	0,06
S	<b>0,25</b>	<b>-0,34</b>	0,16	0,06	-0,14	-0,23	0,05	-0,22	0,09	0,23	<b>0,28</b>	0,16
RPER	0,21	0,03	-0,11	<b>0,33</b>	-0,06	-0,12	0,17	-0,06	0,24	0,19	0,23	-0,17
GPER	0,20	-0,24	0,21	0,13	-0,23	0,06	-0,10	0,03	0,00	-0,01	0,19	-0,02
BPER	<b>-0,26</b>	0,12	-0,04	<b>-0,30</b>	0,17	0,04	-0,06	0,02	-0,17	-0,12	<b>-0,26</b>	0,13
Circularidade	0,17	-0,07	0,14	0,05	-0,14	-0,07	0,05	-0,06	0,21	0,19	0,20	-0,10
Compacidade	-0,18	0,07	-0,15	-0,04	0,14	0,08	-0,06	0,06	-0,17	-0,17	-0,21	0,09
Área da copa	<b>-0,31</b>	0,22	-0,06	-0,09	0,08	<b>0,37</b>	<b>-0,26</b>	<b>0,29</b>	-0,16	<b>-0,30</b>	<b>-0,34</b>	0,02
Perímetro da copa	<b>-0,30</b>	0,19	-0,11	-0,07	0,11	<b>0,35</b>	<b>-0,26</b>	<b>0,26</b>	-0,20	<b>-0,32</b>	<b>-0,34</b>	0,06
Raio com base na área	<b>-0,28</b>	0,18	-0,06	-0,07	0,06	<b>0,37</b>	<b>-0,29</b>	<b>0,28</b>	-0,16	<b>-0,30</b>	<b>-0,31</b>	0,04
Raio com base no perímetro	<b>-0,30</b>	0,19	-0,11	-0,07	0,11	<b>0,35</b>	<b>-0,26</b>	<b>0,26</b>	-0,20	<b>-0,32</b>	<b>-0,34</b>	0,06
Rácio dos raios	0,17	-0,07	0,14	0,05	-0,14	-0,08	0,06	-0,06	0,20	0,19	0,20	-0,10

Quadro 10 - Análise de correlações (parte 3). Os valores marcados a negrito são os valores significativamente relacionados  $p < 0,05$ .

	NDVI	SAVI	PVR	PCD	PPR	IPVI	DVI	SGB	RB	NDVIG	NDGRI	NDGBI	NDRBI	I	S	RPER	GPGR	BPER	Circularidade	Compacidade	Área da copa	Perímetro da copa	Raio com base na área	Raio com base no perímetro	Rácio dos raios
NDVI	1,00																								
SAVI	<b>1,00</b>	1,00																							
PVR	<b>0,32</b>	<b>0,32</b>	1,00																						
PCD	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	<b>0,34</b>	1,00																					
PPR	<b>-0,46</b>	<b>-0,46</b>	0,07	<b>-0,51</b>	1,00																				
IPVI	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,32</b>	<b>0,99</b>	<b>-0,47</b>	1,00																			
DVI	<b>0,87</b>	<b>0,87</b>	<b>0,27</b>	<b>0,83</b>	-0,06	<b>0,87</b>	1,00																		
SGB	<b>-0,44</b>	<b>-0,44</b>	0,09	<b>-0,48</b>	<b>1,00</b>	<b>-0,44</b>	-0,03	1,00																	
RB	<b>-0,57</b>	<b>-0,57</b>	<b>-0,45</b>	<b>-0,62</b>	<b>0,86</b>	<b>-0,57</b>	-0,18	<b>0,85</b>	1,00																
NDVIG	<b>0,96</b>	<b>0,96</b>	0,06	<b>0,95</b>	<b>-0,52</b>	<b>0,96</b>	<b>0,84</b>	<b>-0,50</b>	<b>-0,48</b>	1,00															
NDGRI	<b>0,31</b>	<b>0,31</b>	<b>1,00</b>	<b>0,33</b>	0,08	<b>0,31</b>	<b>0,27</b>	0,10	<b>-0,44</b>	0,05	1,00														
NDGBI	<b>-0,47</b>	<b>-0,47</b>	0,07	<b>-0,51</b>	<b>1,00</b>	<b>-0,47</b>	-0,06	<b>1,00</b>	<b>0,86</b>	<b>-0,52</b>	0,08	1,00													
NDRBI	<b>-0,47</b>	<b>-0,47</b>	0,07	<b>-0,51</b>	<b>1,00</b>	<b>-0,47</b>	-0,06	<b>1,00</b>	<b>0,86</b>	<b>-0,52</b>	0,08	<b>1,00</b>	1,00												
I	<b>-0,59</b>	<b>-0,59</b>	-0,07	<b>-0,64</b>	<b>0,80</b>	<b>-0,59</b>	-0,12	<b>0,79</b>	<b>0,75</b>	<b>-0,60</b>	-0,06	<b>0,81</b>	<b>0,81</b>	1,00											
S	<b>-0,53</b>	<b>-0,53</b>	0,00	<b>-0,58</b>	<b>0,60</b>	<b>-0,53</b>	-0,11	<b>0,59</b>	<b>0,53</b>	<b>-0,57</b>	0,01	<b>0,61</b>	<b>0,61</b>	<b>0,95</b>	1,00										
RPER	<b>-0,57</b>	<b>-0,57</b>	<b>-0,72</b>	<b>-0,61</b>	<b>0,64</b>	<b>-0,57</b>	-0,25	<b>0,62</b>	<b>0,94</b>	<b>-0,40</b>	<b>-0,71</b>	<b>0,64</b>	<b>0,64</b>	<b>0,61</b>	<b>0,42</b>	1,00									
GPGR	<b>-0,26</b>	<b>-0,26</b>	<b>0,50</b>	<b>-0,29</b>	<b>0,90</b>	<b>-0,26</b>	0,07	<b>0,90</b>	<b>0,54</b>	<b>-0,42</b>	<b>0,51</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>	<b>0,67</b>	<b>0,53</b>	0,24	1,00								
BPER	<b>0,55</b>	<b>0,55</b>	0,20	<b>0,59</b>	<b>-0,96</b>	<b>0,55</b>	0,13	<b>-0,95</b>	<b>-0,96</b>	<b>0,53</b>	0,19	<b>-0,96</b>	<b>-0,96</b>	<b>-0,81</b>	<b>-0,59</b>	<b>-0,82</b>	<b>-0,75</b>	1,00							
Circularidade	-0,13	-0,13	0,16	-0,14	<b>0,27</b>	-0,13	0,03	<b>0,28</b>	0,17	-0,18	0,16	<b>0,27</b>	<b>0,27</b>	<b>0,36</b>	<b>0,37</b>	0,07	<b>0,29</b>	-0,22	1,00						
Compacidade	0,14	0,14	-0,18	0,14	<b>-0,28</b>	0,14	-0,01	<b>-0,29</b>	-0,17	0,20	-0,18	<b>-0,27</b>	<b>-0,27</b>	<b>-0,35</b>	<b>-0,35</b>	-0,05	<b>-0,31</b>	0,22	-0,99	1,00					
Área da copa	<b>0,41</b>	<b>0,41</b>	0,25	<b>0,46</b>	<b>-0,43</b>	<b>0,41</b>	0,08	<b>-0,42</b>	<b>-0,50</b>	<b>0,37</b>	0,24	<b>-0,44</b>	<b>-0,44</b>	<b>-0,69</b>	<b>-0,70</b>	<b>-0,49</b>	<b>-0,28</b>	<b>0,50</b>	<b>-0,30</b>	<b>0,29</b>	1,00				
Perímetro da copa	<b>0,36</b>	<b>0,36</b>	0,14	<b>0,40</b>	<b>-0,41</b>	<b>0,36</b>	0,05	<b>-0,40</b>	<b>-0,43</b>	<b>0,34</b>	0,14	<b>-0,41</b>	<b>-0,41</b>	<b>-0,66</b>	<b>-0,67</b>	<b>-0,39</b>	<b>-0,30</b>	<b>0,44</b>	<b>-0,63</b>	<b>0,62</b>	<b>0,92</b>	1,00			
Raio com base na área	<b>0,37</b>	<b>0,37</b>	<b>0,26</b>	<b>0,41</b>	<b>-0,37</b>	<b>0,37</b>	0,06	<b>-0,36</b>	<b>-0,46</b>	<b>0,32</b>	<b>0,26</b>	<b>-0,37</b>	<b>-0,37</b>	<b>-0,64</b>	<b>-0,66</b>	<b>-0,46</b>	-0,22	<b>0,44</b>	<b>-0,30</b>	<b>0,29</b>	<b>0,99</b>	<b>0,93</b>	1,00		
Raio com base no perímetro	<b>0,36</b>	<b>0,36</b>	0,14	<b>0,40</b>	<b>-0,41</b>	<b>0,36</b>	0,05	<b>-0,40</b>	<b>-0,43</b>	<b>0,34</b>	0,14	<b>-0,41</b>	<b>-0,41</b>	<b>-0,66</b>	<b>-0,67</b>	<b>-0,39</b>	<b>-0,30</b>	<b>0,44</b>	<b>-0,63</b>	<b>0,62</b>	<b>0,92</b>	<b>1,00</b>	<b>0,93</b>	<b>1,00</b>	
Rácio dos raios	-0,13	-0,13	0,17	-0,14	<b>0,27</b>	-0,13	0,03	<b>0,29</b>	0,17	-0,18	0,17	<b>0,27</b>	<b>0,27</b>	<b>0,36</b>	<b>0,37</b>	0,06	<b>0,30</b>	-0,22	<b>1,00</b>	<b>-0,99</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,63</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,63</b>	1,00

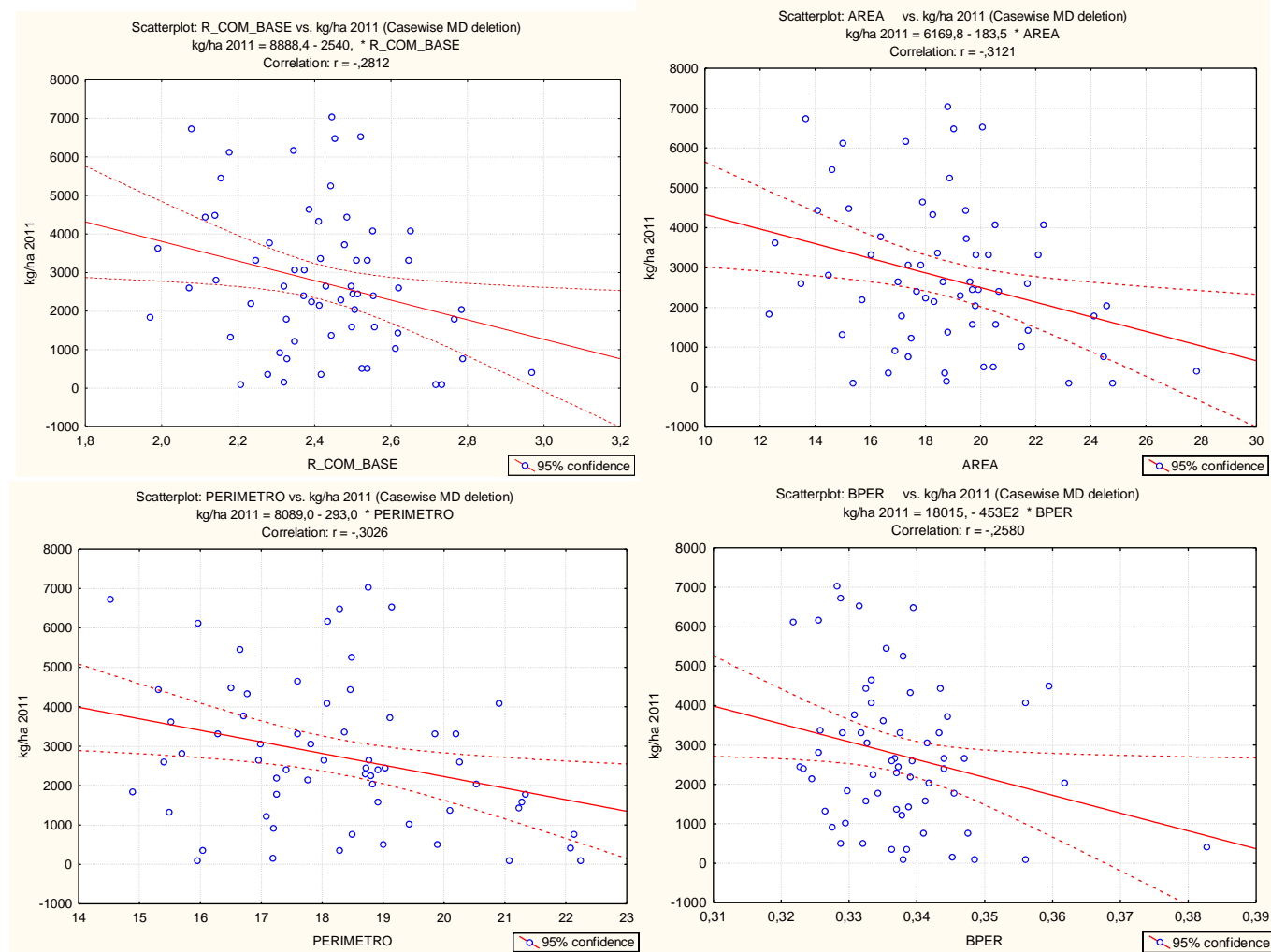
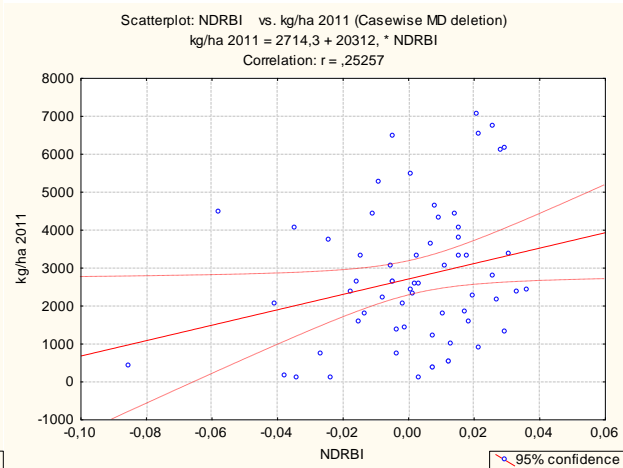
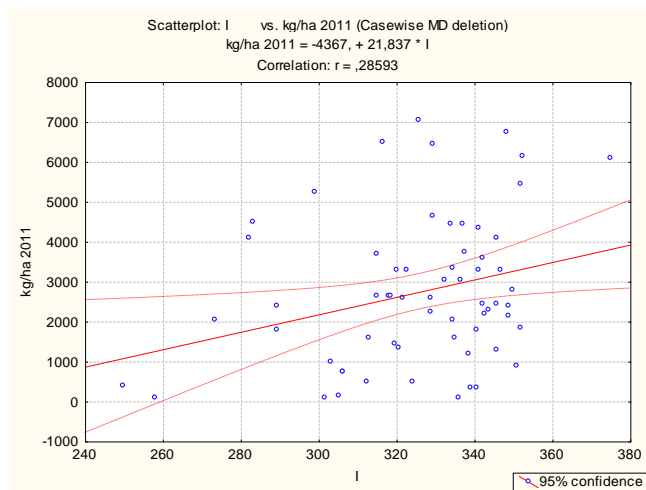
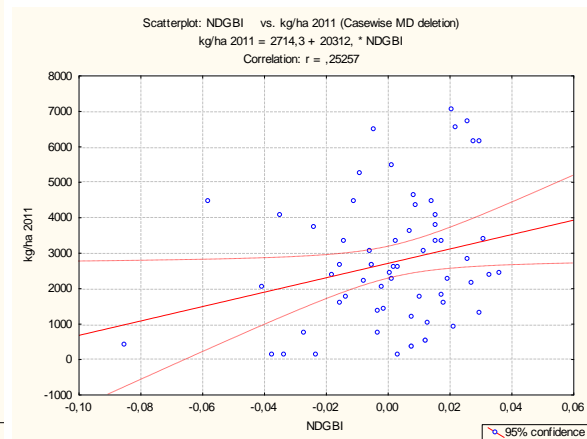
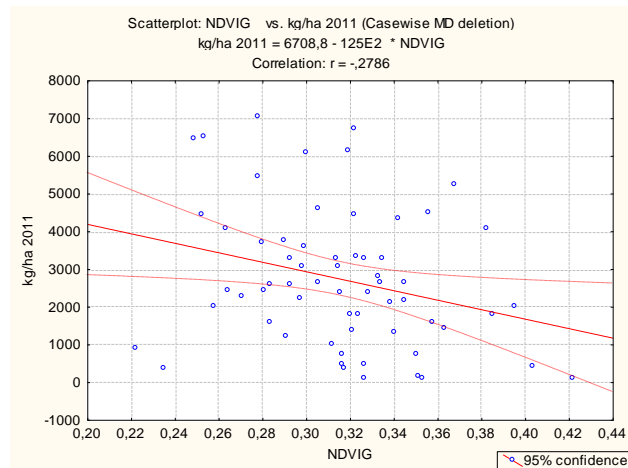


Figura 40 - Correlação da produtividade em kg/ha de azeitona com o perímetro; Raio com base no perímetro; área da copa; e BPER.



**Figura 41 - Correlação da produtividade em kg/ha de azeitona com NDVIG; NDGBI; I; e NDRBI.**

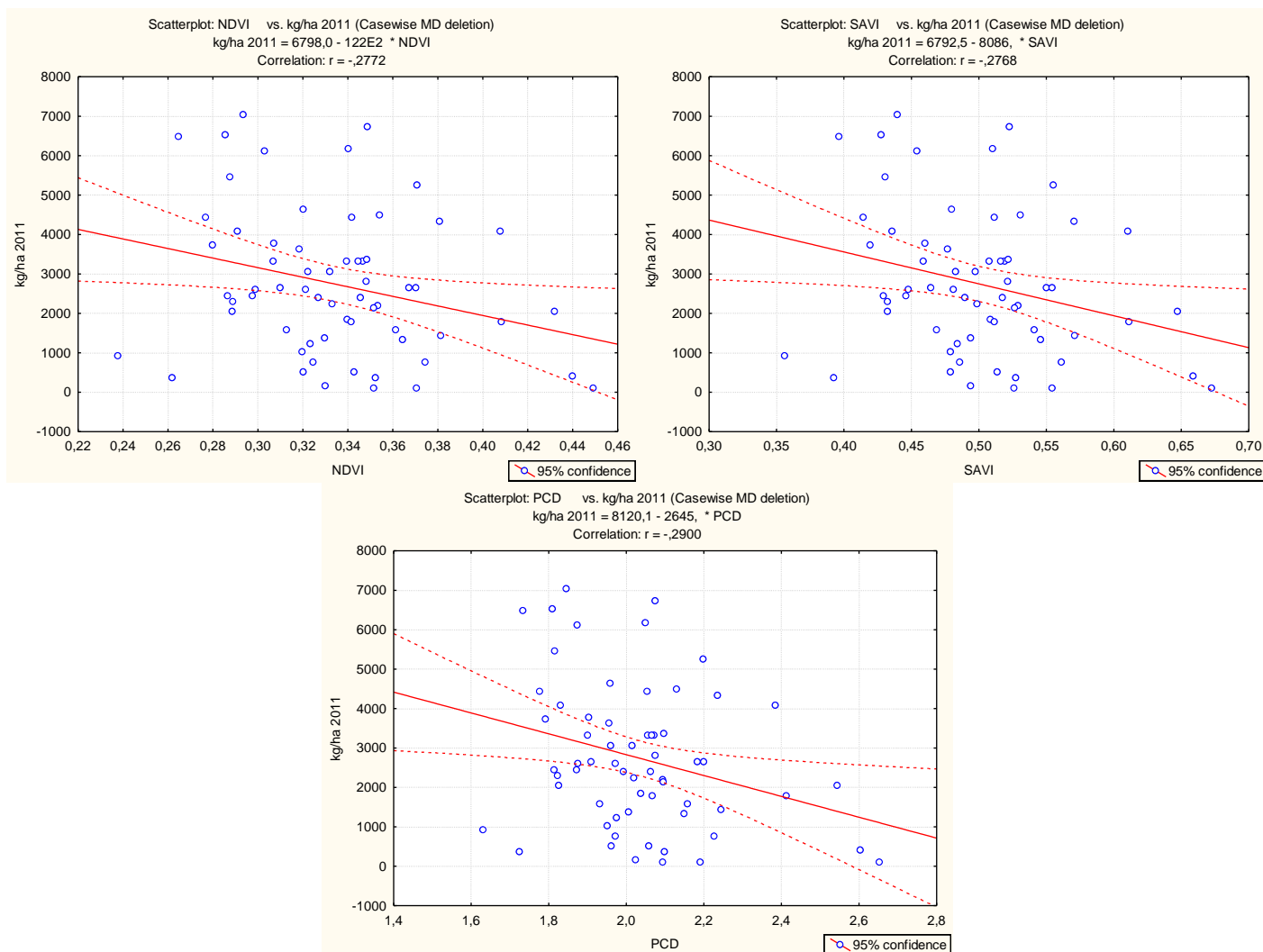


Figura 42 - Correlação da produtividade em kg/ha de azeitona com SAVI; NDVI; e PCD.



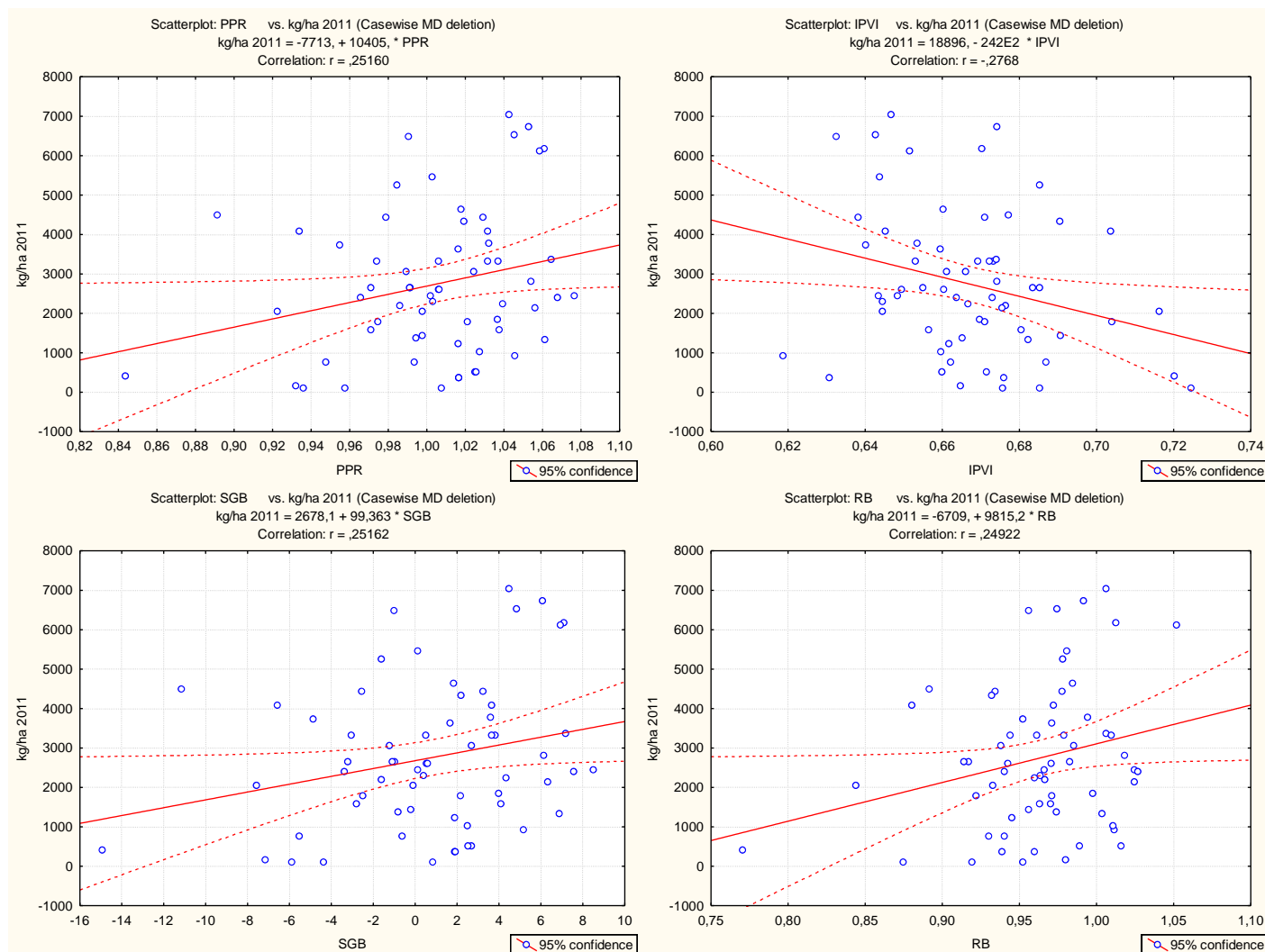


Figura 43 - Correlação da produtividade em kg/ha de azeitona com o PPR; IPVI; SGB; e com RB.

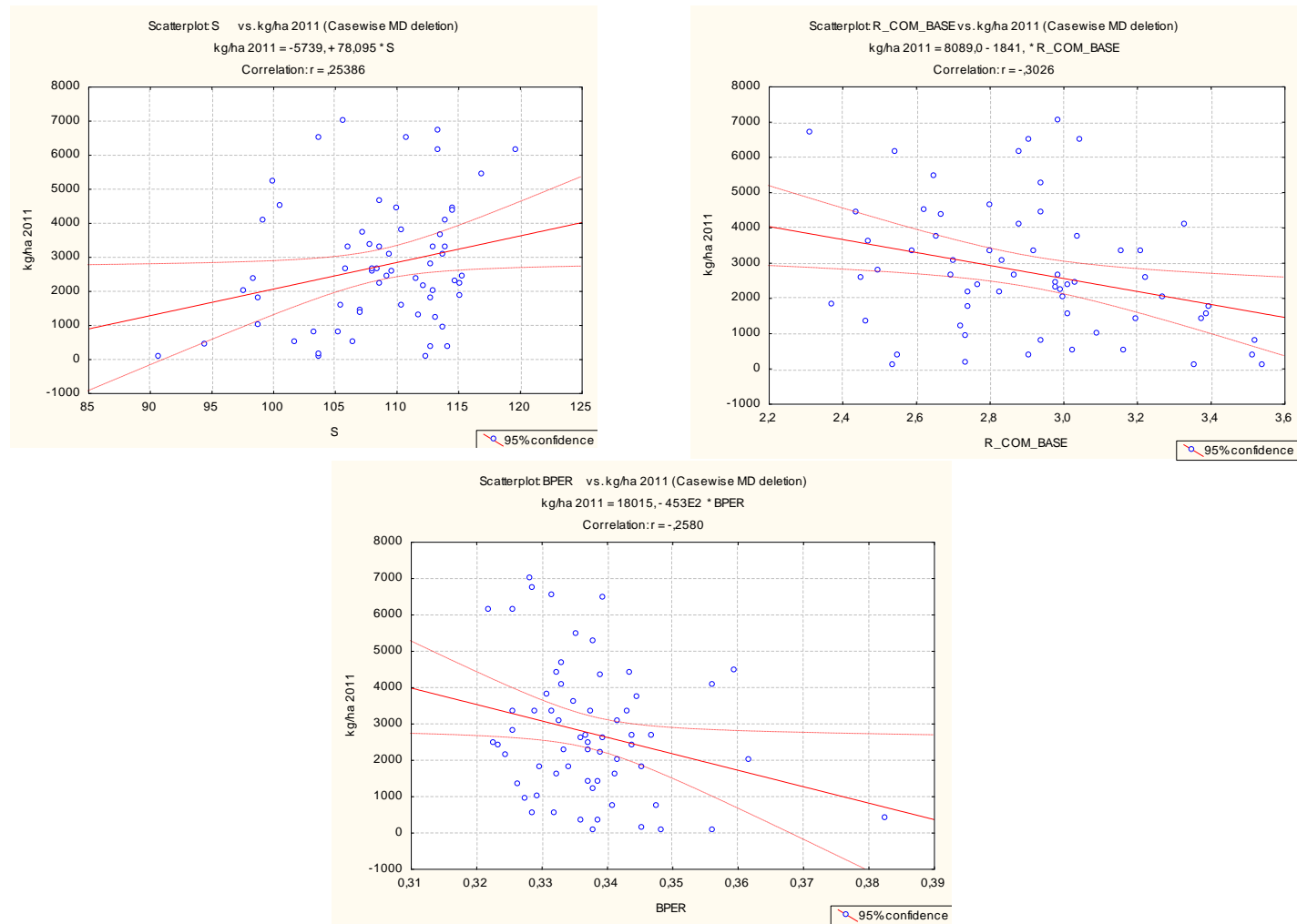


Figura 44 - Correlação da produtividade em kg/ha de azeitona com a Saturação e Raio com base na área.

As figuras 40, 41, 42, 43 e 44 mostram as relações entre a produtividade de azeitona com as variáveis que se relacionam significativamente com esta.

Relativamente às correlações com a **produtividade em kg/ha de azeite** que possuem significância, analisamos que as variáveis que se relacionam significativamente são as mesmas que se relacionam com a produtividade em kg/ha em azeitona. Apesar de ser de uma pequena diferença, estes valores de correlação com a produtividade em azeite são maiores, o que nos permite dizer que as variáveis têm maior, ainda que pequena, relação com a produtividade em azeite do que com a produtividade em azeitona. A produtividade em azeite é melhor explicada do que a produtividade em azeitona.

O **índice de maturação médio** é outra das variáveis que pretendemos prever. As variáveis que se relacionam significativamente com este são: a **intensidade** e a **saturação**. A intensidade e saturação têm uma influência negativa no índice de maturação médio. A saturação é a variável que mais se relaciona com o índice de maturação médio.

Em relação à **percentagem de gordura em fruto fresco** apenas encontramos variáveis que se relacionam significativamente de forma negativa. As variáveis correspondentes ao tamanho da copa da árvore, **área da copa, perímetro da copa, raio com base na área/perímetro e diâmetro com base na área/perímetro**, explicam que árvores com tamanho inferior possuem azeitonas com maior percentagem de gordura. Já as variáveis de deteção remota, **NDVI, SAVI, PCD, IPVI, DVI e NDVIG** explicam que, em árvores com maior vigor vegetativo, o rendimento de azeite nas suas azeitonas é menor ( $-0.40 < r < -0.30$ ).

Para a **percentagem de acidez média** não se encontrou nenhuma variável que se relacionasse significativamente.

No que se refere à **percentagem de frutos picados** pela mosca da azeitona apenas surge uma relação significativa com **NDGRI** ( $r=0.25$ ).

Para explicar as variações da **percentagem dos frutos gafados** encontrámos sete variáveis de deteção remota: PPR, SGB, RB, NDGBI, NDRBI, RPER ( $0.25 < r < 0.33$ ) e BPER ( $r=-0.29$ ).

Da análise destes dados podemos verificar que o vigor vegetativo das oliveiras e o tamanho da copa são as variáveis que mais se relacionam-se significativamente com a variabilidade espacial que existe na parcela, tanto na qualidade como na produtividade.

### 4.3.2 Modelação estatística

Nos modelos para cada uma das dez variáveis dependentes usaram-se vinte e seis variáveis de deteção remota, ficando sempre duas variáveis excluídas: o diâmetro com base na área e o NDRBI. No Quadro 13 podemos encontrar os melhores modelos para cada das variáveis dependentes.

Em relação à produtividade em kg de azeitona por hectare podemos referir que o modelo explica em 40% ( $r^2=0.40$ ) a variabilidade da mesma, sendo as variáveis NDVI, SAVI, IPVI, I, S e BPER as que dão maior contributo ao modelo, ou seja, as que estão mais relacionadas com a produtividade em kg de azeitona por hectare.

No índice médio de maturação, encontramos um modelo que explica em 51% ( $r^2=0.51$ ) a variabilidade da maturação das azeitonas. O índice médio de maturação foi a melhor variável dependente explicada por um modelo. As variáveis de deteção remota que mais contribuíram para este modelo foram o NDVI, o SAVI, o IPVI, o SGB, o RB, o NDVIG, o NDGRI, a I, o S e o BPER.

O modelo encontrado para a percentagem de frutos picados explicou a variabilidade da mesma em 36%, sendo o SAVI, o IPVI, e o NDGBI as variáveis que mais contribuíram para explicar esta variabilidade.

A percentagem de frutos gafados foi a variável dependente pior explicada por um modelo. Este modelo explicou apenas 26% da variabilidade da percentagem de frutos gafados. As variáveis de deteção remota que mais se relacionaram com a variável dependente neste modelo foram o PPR, o IPVI, a I e o NDVIG.

Relativamente à percentagem de frutos sãos, obteve-se o modelo a explicar a sua variabilidade em 33%, onde as duas variáveis independentes que contribuíram com maior destaque para este modelo o SAVI e o IPVI.

Também relativamente à variável dependente “% De caroço no fruto fresco” encontrou-se um modelo que a explicasse a sua variabilidade com 37%. As três variáveis independentes que mais contribuem para o modelo são o SGB, a I e S.

O NDVI e o SAVI são destacadamente as variáveis que mais contribuem para o melhor modelo ajustado para a variável independente de percentagem de humidade na polpa fresca. Este modelo explica em 33% a variabilidade da percentagem de humidade na polpa fresca.

Sendo a percentagem de gordura em fruto fresco uma variável que influencia a produtividade num olival, não podia deixar de ser uma variável dependente importante e com necessidade de encontrar um modelo que a relacionasse com as variáveis de deteção remota. O melhor modelo ajustado que se encontrou, explica em 37% a variabilidade da percentagem de gordura em fruto fresco, sendo o SAVI, o IPVI e a I, as variáveis independentes que mais contribuíram para o modelo.

O modelo ajustado para a produtividade em kg de azeite /ha explicou em 42% a sua variabilidade. As variáveis mais relacionadas com esta produtividade são o NDVI, a I e a S. Tal como visto anteriormente na análise de correlações, a produtividade em kg de azeite por hectare é mais bem explicada, com uma pequena diferença percentual, do que a produtividade em kg de azeitona por hectare.

Para a variável dependente “% de acidez média” o melhor modelo explicou em 38% a variabilidade daquela variável. As variáveis que mais contribuíram ao modelo, logo as mais relacionadas com a “% de acidez média” são o NDVI, o SAVI, o IPVI, o NDGBI, e o BPER.

**Quadro 13 - Melhores modelos ajustados para cada uma das variáveis dependentes com coeficientes de regressão estandardizados.**

Varíavel dependente	r	r <sup>2</sup>	Nº de variáveis no modelo	Área da copa	Perímetro da copa	Raio com base na área	Circularidade	Compacidade	NDVI	SAVI	PVR	PCD	PPR	IPVI	DVI	SGB	RB	NDVIG	NDGRI	NDGBI	I	S	RPER	GPER	BPER
<b>Kg de azeitona/ha</b>	0,63	0,40	24	-5,08	0,30	4,26	-0,55	-0,78	<b>31,95</b>	<b>-10,89</b>	7,61	-1,78	-5,56	<b>-15,86</b>	-0,38	-10,40	-7,28	-3,33	-12,09	8,59	<b>42,96</b>	<b>-31,52</b>	4,81	10,13	<b>14,69</b>
<b>Índice médio de maturação</b>	0,72	0,51	24	5,14	5,73	-9,69	0,01	-2,04	<b>-87,25</b>	<b>65,09</b>	-13,72	-3,29	<b>-23,27</b>	6,05	1,61	<b>15,43</b>	<b>23,01</b>	<b>15,93</b>	<b>24,57</b>	-2,89	<b>-35,99</b>	<b>25,08</b>	-3,50	-0,29	-5,48
<b>% De frutos picados</b>	0,60	0,36	24	2,05	-0,11	-1,87	-0,55	-0,61	8,47	<b>-42,02</b>	-12,29	1,74	6,67	<b>42,43</b>	4,97	-5,58	4,50	<b>-16,26</b>	<b>17,62</b>	<b>-23,32</b>	9,52	-8,52	8,16	3,71	-3,87
<b>% De frutos gafados</b>	0,51	0,26	24	1,07	-1,76	0,31	0,71	1,35	-1,27	2,37	-2,96	1,19	<b>-14,84</b>	<b>13,55</b>	1,30	-4,58	7,43	<b>-16,86</b>	-1,00	10,50	<b>14,47</b>	-11,30	3,39	8,84	13,61
<b>% De frutos sãos</b>	0,58	0,33	24	-2,01	0,83	1,31	-0,01	-0,22	-6,15	<b>34,91</b>	10,81	-2,33	2,06	<b>-46,77</b>	-4,61	7,11	-8,44	<b>25,16</b>	<b>-13,10</b>	<b>12,72</b>	<b>-13,95</b>	11,83	-8,72	-6,64	-4,45
<b>% De caroço no fruto fresco</b>	0,60	0,37	24	-0,33	-3,62	3,05	0,10	1,33	-12,99	<b>17,48</b>	9,84	-0,37	<b>16,99</b>	<b>17,27</b>	-4,00	<b>-22,17</b>	<b>-18,74</b>	-15,07	-15,90	4,80	<b>53,62</b>	<b>-37,45</b>	1,15	-3,11	-0,94
<b>% Humidade na polpa fresca</b>	0,58	0,33	24	0,51	4,43	-3,87	0,75	-0,90	<b>-58,14</b>	<b>67,72</b>	-3,70	0,66	10,12	-5,86	0,69	-7,61	9,31	-4,74	7,50	<b>-19,72</b>	1,34	-1,21	-7,05	-3,08	-16,31
<b>% Gordura em fruto fresco</b>	0,60	0,37	24	-1,77	-1,82	2,95	1,27	1,83	6,20	<b>-18,67</b>	2,70	1,44	-2,05	<b>10,20</b>	-3,67	8,25	-5,22	5,20	-5,36	8,45	<b>-10,10</b>	8,61	-2,06	-4,18	-0,09
<b>Kg de azeite/ha</b>	0,65	0,42	24	-5,08	-0,03	4,55	-0,43	-0,56	<b>28,50</b>	-9,32	7,92	-1,71	-4,74	-14,16	-1,26	-8,56	-8,18	-2,13	-12,89	8,50	<b>39,32</b>	<b>-28,52</b>	4,42	9,48	13,95
<b>% De acidez média</b>	0,61	0,38	24	-2,44	-0,69	3,14	-1,13	-0,80	<b>30,78</b>	<b>-15,74</b>	3,29	-1,02	12,75	<b>-18,85</b>	-3,58	-8,08	-7,18	9,20	4,88	<b>-21,84</b>	13,12	-7,64	5,30	-0,68	<b>-16,68</b>

Relativamente às variáveis independentes encontraram-se quatro variáveis que contribuíram com maior relevo para grande parte dos melhores modelos ajustados das dez variáveis dependentes. O NDVI contribuiu com maior relevância em 5 modelos ajustados, o SAVI em 8, e o IPVI e a I (intensidade) em 7 modelos de diferentes variáveis dependentes. Este facto revela que estes quatro índices são os que mais explicam a variabilidade na maioria das variáveis dependentes em estudo.

Tal como Santos Junior *et al.* (2002) verificou ao estudar o ataque do nematoide da soja, é possível relacionar valores de índices vegetativos, como o NDVI neste caso de estudo, com variáveis interessantes, como a densidade populacional do nematoide, peso da matéria fresca e número de vagens por planta. Verificou-se então uma relação da densidade populacional do nematoide com a resposta espectral da planta, através da deteção remota.

Segundo Sereno (2009), a utilização da deteção remota através de fotografia aérea na vinha pode fornecer dados importantes sobre a variabilidade espacial da vinha. Através da análise de relações entre os valores de NDVI e as variáveis caracterizadoras do coberto vegetal, índices frutificação/vegetação, rendimento e qualidade da uva, foi possível observar que a técnica de segmentação da vinha é favorável à qualidade do vinho, principalmente em parcelas muito heterogéneas. Estas conclusões foram obtidas devido aos coeficientes de determinação das variáveis com o NDVI de valores entre 0.25 e 0.60 aproximadamente.

Também neste estudo acerca da olivicultura conseguimos verificar relações entre as variáveis caracterizadoras da qualidade e produtividade da azeitona, (kg de azeitona/ha; Índice médio de maturação; % De frutos picados; % De frutos gafados; % De frutos sãos; % De caroço na polpa fresca; % Humidade na polpa fresca; % Gordura em fruto fresco; Kg de azeite/ha; e % De acidez média) e os dados fornecidos através da deteção remota que explicam a variabilidade espacial num olival. Com a execução dos modelos ajustados, conseguiram-se coeficientes de determinação entre 0.26 e 0.51, o que nos indica que estes modelos explicam com uma percentagem elevada a variedade espacial as variáveis caracterizadoras da qualidade e produtividade da azeitona e do azeite.

## 5. Conclusões

O primeiro objetivo desta dissertação foi o de avaliar a magnitude da variabilidade espacial da produtividade e qualidade da azeitona e azeite num olival semi-intensivo. Pode concluir-se que existe uma elevada variabilidade espacial de variáveis tão importantes como a produtividade de azeitona e azeite. Encontrou-se também uma variabilidade espacial significativa da percentagem de frutos picados, da percentagem de frutos gafados e da percentagem de frutos insanos. Embora com menor magnitude é ainda considerável a variabilidade espacial do índice de maturação médio e da percentagem de acidez média.

Em resultado da elevada magnitude encontrada, torna-se interessante tentar geri-la. Para esse fim, é fundamental a utilização de uma ferramenta que permita descrever a variabilidade encontrada para que posteriormente se possa geri-la.

O segundo objetivo desta dissertação foi o de avaliar a capacidade dos índices vegetativos e geométricos da copa resultantes da utilização de deteção remota para descrever a variabilidade espacial da parcela. Conclui-se que a utilização de deteção remota através do cálculo de índices pode ser uma tecnologia importante no que respeita à caracterização da variabilidade espacial de importantes variáveis como a produtividade, a qualidade do azeite e da azeitona e a incidência do ataque de pragas e doenças numa parcela.

No que diz respeito à variabilidade da produtividade na parcela observou-se que, seguindo os modelos ajustados que foram construídos, conseguimos explicá-la com elevada percentagem. Avaliou-se a produtividade consoante dois critérios diferentes, em quilogramas de azeitona por hectare e em quilogramas de azeite por hectare. Segundo os melhores modelos ajustados calculados, concluiu-se que, apesar de ser com uma pequena diferença percentual, a variabilidade da produtividade em quilogramas de azeite era mais bem explicada do que a variabilidade em quilogramas de azeitona (42% e 40%). Os índices vegetativos que mais contribuem para explicar esta variabilidade espacial da produtividade são o NDVI, a intensidade e a saturação, apesar de ser um total de 24 índices que contribuem para os modelos.

O modelo ajustado relativo a variação do índice médio de maturação foi, entre os modelos encontrados para as dez variáveis em estudo, o que melhor explicou a variabilidade e com uma elevada percentagem de 51%. Este resultado levou-nos a concluir a grande viabilidade da utilização da fotografia aérea para caracterização da maturação da azeitona numa parcela.



Em relação às variáveis de percentagem de frutos picados, gafados, são, percentagem na polpa fresca de caroço, humidade e percentagem de gordura em fruto fresco concluiu-se que a variabilidade destas variáveis também pode ser explicada. Todos os melhores modelos encontrados explicaram com uma razoável percentagem (entre 26 e 37%) a variabilidade espacial destes fatores.

O facto de se ter observado que as árvores de menor dimensão de copa terem maior produção do que as árvores de maior dimensão deve-se ao facto de que o olival em estudo se encontrar num ano em que a maioria das árvores estar em contrassafra.

Relativamente à funcionalidade prática para o agricultor, este trabalho encontrou vários pontos de interesse. Por exemplo, através das cartas e dos modelos dos índices de vegetação e geométricos, o agricultor pode prever atempadamente a variabilidade espacial do índice de maturação ou mesmo a variabilidade espacial da produtividade, podendo atuar para que a colheita seja iniciada na data certa e corrigir as zonas da parcela que não produzem acima do custo de oportunidade. Outro dado importante para o agricultor será o conhecimento da variabilidade espacial da acidez do azeite onde o agricultor pode efetuar uma colheita segmentada para obter azeites de lotes diferentes.

Concluiu-se deste trabalho que existe um elevado interesse na utilização da agricultura de precisão em olivicultura. Conclui-se também que a deteção remota pode dar um contributo importante nesse intento.

## 6. Bibliografia

A Granja, 2012. <http://edcentaurus.com.br/> consultado em 21/9/2012.

Alamo, S., Ramos, M. I., Feito, F. R., Cañas, J. A. 2012. Precision techniques for improving the management of the olive groves of southern Spain. Spanish Journal of Agricultural Research. 10: 583-595.

Alcalá Jiménez AR, Álamo Romero S, 1998a. Using GPS for yield mapping in olive orchards. Proc 1st Int Conf on Geospatial Information in Agriculture and Forestry. Lake Buena Vista, FL, USA, 1-3 June, Volume II, pp: 633 - 637.

Almeida, A. C. F. 2007. Colheita mecanizada de frutos. Em Seminários 20 Anos de Ensino e Investigação em Ciências Agrárias. Bragança.

Anónimo, s.d.  
<http://www1.villanova.edu/villanova/artsci/geoenv/seniorprojects/notabletrees/ndvi.html>, consultado em 17-09-2012.

Bandino, G. e Sedda, P., 2007. Manuale di olivicoltura. Sardegna : s.n., 2007. Citado por Lopes (2011).

Barranco, D, Fernandez-Escobar, R e Rallo, L., 1999. *El cultivo del olivo*. 3ª edição. Madrid : Mundi-Prensa, 1999. Citado por Lopes (2011) e Ramalheiro (2009).

Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L., 1997. *El Cultivo del Olivo*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, Madrid.

Bernardi, J.V.E. e Landim, P.M.B., 2002. *Aplicação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) na coleta de dados*. DGA,IGCE,UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, Texto Didático 10, 31 pp citado por Paes (2012).

Braga, R e Aguiar Pinto, P., 2011. *Agricultura de precisão: adopção e principais obstáculos*. Agrotec n1: 84-89. Dezembro 2011.

Braga, R., 2009. *Viticultura de Precisão*, Associação de Jovens Agricultores de Portugal.

Caldas, C., 1998. *A Agricultura na História de Portugal*. E.P.N - Empresa de Publicações Nacionais, Lda. Lisboa. Citado por Santos (2011).

Capelli, N.L., 1999. *Agricultura de precisão - Novas tecnologias para o processo produtivo*. LIE/DMAQAG/FEAGRI/UNICAMP. Citado por Tschiedel (2002).

CEPAAL, 2012. <http://www.azeitesdoalentejo.com/layout.asp?m1=1&m2=3>, consultado em 12/09/2012.

Cobo, M., Guillén, J., Macias, V. e Rodríguez, J. 1998. *Diseño y manejo de plantaciones de olivar; Precocidad de entrada en producción: 24-25; Época de maduración de las variedades: 29*. Citado por Ramalheiro (2009).

Coelho, J. C., Silva, J. M., 2009. 1ª Edição *Agricultura de Precisão*, Associação de Jovens Agricultores de Portugal, Lisboa.

Conceição, L. A., 2006. *Mecanização em A. De Precisão*. Em Salão Internacional de Agricultura, Silvicultura e Pecuária. Lisboa

Conselho Oleícola Internacional., 1996. *Enciclopédia Mundial de Oliveira*, Conselho Oleícola Internacional, Madrid.

Dias, S. D., 2009. *Segmentação da vindima com base na observação de imagens multiespectrais aéreas*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

Dias, S. M., 2009. *Pasta de azeite versus azeite virgem extra*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

DRAP Centro, 2012. <http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/documentos/olivicultura.htm>, consultado em 12/09/2012.

DRAPC, 2009. *Instalação do olival*. Ministério da agricultura, desenvolvimento rural e pescas. Viseu: s.n., 2009.

Ferreira, C., Lima, C., Cavalcanti, L., Santos, A., 2010. *Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do açude cachoeira, no município de Serra Talhada- PE, Brasil*. VI Seminário Latino Americano de Geografia Física, Universidade de Coimbra, Maio de 2010.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2012. [http://www.fao.org/index\\_en.htm](http://www.fao.org/index_en.htm) consultado em 18/05/2012.

Fountas, S., Aggelopoulou, K., Boulouis, C., Nanos, G., Wulfsohn, D., Gemtos, T., Paraskevopoulos, A., e Galanis, M., 2009. *Precision agriculture in an olive tree plantation in Southern Greece*. EFITA conference'09, 549-556.

Garcia, A. G., 1997. *Nueva Olivicultura*, 4ª ed., Edições Mundi-Prensa, Madrid.

Garcia, A. G., 2005. *Cultivo moderno do olival*, Publicações Europa-América, Lda.

González, I., 2007. *Olivicultura de Precisão. Quantificação da variabilidade espacial da produtividade de um olival semi-intensivo (ca. 240 pl./ha) e contributo para a sua explicação*. Relatório de estágio, Escola Superior Agrária de Elvas, Elvas.

Google maps, 2012. <https://maps.google.pt/> consultado em 18/10/2012.

Granados, J. A., 2000. *Enciclopedia del Aceite de Oliva, Historia y Leyendas del aceite y la Aceituna*. Editorial Planeta, Barcelona, 109-114; 357-372. ISBN: 84-08-03542-8. Citado por Dias (2009).

Haboudane, D., Miller, J. R., Pattey, E., Zarco-Tejada, P. J., and Strachan, I. (2004). Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: modeling and validation in the context of precision agriculture. *Remote Sens. Environ.*, 90:337-352.

Index Mundi, 2012. <http://www.indexmundi.com/commodities/> consultado em 22/09/2012.

Instituto Geográfico Português, 2012. <http://www.igeo.pt/> consultado a 08/09/2012.

Instituto Superior de Agronomia, 2012. [http://www.isa.utl.pt/dm/sig/sig19992000/tema10/Fisica-principios\\_basicos.htm](http://www.isa.utl.pt/dm/sig/sig19992000/tema10/Fisica-principios_basicos.htm) consultado a 08/09/2012.

Jackson, R.D. and Huete, A.R., 1991. Interpreting vegetation indices. *Prev. Vet. Med.*, 11: 185-200

Leitão, F., 1986. *Descrição de 22 Variedades de Oliveira Cultivadas em Portugal*. Lisboa: Direcção-Geral de Planeamento e Agricultura, 1986. Citado por Lopes (2011).

Lopes, J., 2011. *Polinização em oliveira cvs. Galega e Cobrançosa: avaliação do vingamento em ensaios de polinização controlada e do efeito da aplicação de um bioestimulante*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

López-Granados, F., Jurado-Expósito, M., Álamo, S., e García-Torres, L., 2004. *Leaf nutriente Spatial variability and site-specific fertilization maps within olive (Olea europaea L.) orchards* [Versão electrónica]. *European journal of agronomy*, 21, 209-222.

Manteigas, A. M., Sequeira, M., Monteiro, R., 2009. *Estação de avisos agrícolas de Castelo Branco, Relatório de actividades 2009*. DRAP Centro, Castelo Branco.

Manzatto, C.V.; Bhering, S.B., Simões, M., 1999. *Agricultura de precisão: propostas e ações da Embrapa solos*. EMBRAPA Solos.

Martínez Raya, A., Francia, J. R., Marínez Vilela, A., 2007. *Introducción a la agricultura de conservación en olivar. Evaluación del comportamiento de los sistemas de manejo de suelos. In: Cubiertas vegetales en olivar*. A. Rodríguez Lizana, R. Ordóñez Fernández, J. Gil Ribes. (Eds.). Junta de Andalucía. pp. 7-16.

Mira da Silva, L., 2008. *Agricultura de Precisão*. Em *Seminário Viticultura de Precisão*, Instituto Superior de Agronomia- Universidade Técnica de Lisboa.

Möller, J., 2007. A fully validated solution for total fat analysis. In *Soxtec™ SoxCap™ collaborative study*. pp. 12-13.

Morettini, A., 1982. *Olivicoltura*. REDA. Roma. Citado por García (2005).

Muñoz-Cobo, M. P., Macías, V., Moya, J. H., Girona Gomis, J. (2005). *Influencia del riego sobre la calidad del aceite y sobre el comportamiento de la aceituna en el proceso industrial de extracción. In: Cultivo del Olivo con Riego Localizado*. M. Pastor Muñoz-Cobo. (Ed.). Edições Mundi-Prensa e Junta de Andalucía. Madrid, pp.167-184.

New Holland Agriculture, 2012. <http://www.newholland.com/Pages/index.html> consultado em 17/08/2012, consultado em 13/09/2012.

Ortega, R.; Esser, A., 2002. *Viticultura de Precisión: Fundamentos, aplicaciones y oportunidades en Chile*. Pontificia Universidad Católica de Chile., pp. 1-10.

Osório, R., 2002. *Agricultura de Precisão: efeitos da aplicação de taxa variável na fertilização de fundo na cultura do milho*. Relatório do trabalho de Fim de Curso em Engenharia Agronómica, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

Paes, V. B., 2012. *Análise da variabilidade espaço-temporal da produtividade de milho numa parcela na região da Golegã*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

Pérez-Ruiz M, Agüera J, Gil JA, Slaughter DC, 2010. Optimization of agrochemical application in olive groves based on positioning sensor. *Precision Agric* 12: 564-575.

Portuguese olive oil, 2012. <http://www.oliveoil.pt/> consultado em 16/05/2012.

Qi J., Chehbouni A., Huete A.R., Kerr Y.H., 1994. Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI). *Remote Sens Environ* 48:119-126.

Ramalheiro, J., 2009. *Contribuição para a caracterização bioquímica do estado de maturação de azeitonas de diferentes variedades*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

Ramos MI, Feito FR, Gil AJ, Cubillas JJ, 2008. A study of spatial variability of soil loss with high resolution DEMs: a case study of a sloping olive orchard in southern Spain. *Geoderma* 148: 1-12.

REGULAMENTO (CE) n.º 865/2004 do Conselho de 29 de Abril de 2004, relativo à organização comum de mercado no sector do azeite e da azeitona de mesa e que altera o Regulamento (CEE) n.º 827/68. *Jornal Oficial da União Europeia*, L206, 9 de Junho de 2004.

Rodrigues, F., 2003. *Física dos Ecossistemas Agrários*. Escola Superior Agrária de Elvas, Elvas, Portugal.

Rodrigues, M.A., 2011. *A safra e contra-safra do olival e a sua relação com a técnica cultural*. In *Jornadas Temáticas "Da Oliveira ao Azeite - Novos Desafios"*. Vila Real.

Santos Junior, R. F., Santos, J. M., Rudorff, B. F. T., Marchiorato, I. A., 2002. *Deteção de Heterodera glycines em plantio de soja mediante espectrorradiometria no visível e infravermelho próximo*. *Fitopatol. bras.*, Brasília, v. 27, n. 4, Julho 2002

Santos, G., 2011. *Análise do mercado de exportação de azeite português*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

Santos, J. Q., 2002. *Fertilização. Fundamentos da utilização dos adubos e correctivos*, 3ª ed., Publicações Europa-América, Mem Martins.

Schultz, H. R., 1996. *Spatial distribution of environmental stress indicators in Concord grape vineyards*. Ecological Indicators, Volume 2, Issue 3, 271-286, citado por Dias (2009).

Seelan, S.K., Laguet, S., Casady, G. e Seielstad, G., 2003. Remote sensing applications for precision agriculture: A learning community approach. Remote Sensing of Environment. 88: 157– 169 citado por Paes (2012).

Sereno, P., 2009. *Viticultura de precisão: Utilização da deteção remota no estudo da variabilidade espacial do vigor, produção e qualidade, castas “Syrah” e “Touriga franca”*. Dissertação de mestrado em viticultura e enologia, Universidade Técnica de Lisboa.

Tristany, M., 2010. *Um sistema de informação para a análise multidimensional da atividade agrícola. Aplicação em diversos casos do panorama agrícola nacional*. Dissertação de doutoramento, ISA-UTL, Lisboa.

Tschiedel, M., e Ferreira, M., 2002. *Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens*. Ciência Rural, 32 (1), 159-163.

Westfield State University, 2012. <http://www.westfield.ma.edu/prospective-students/academics/geography-and-regional-planning/geographic-information-systems/gis-minor/> consultado em 05/08/2012.

## 7. Anexos

### 7.1 Dados climáticos para a região de Elvas

Data	Tmed (°C)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	HRmed (%)	HRmax (%)	HRmin (%)	P (mm)	ET0 (mm)
01-01-2011	11,74	14,87	9,56	96,63	100	81,37	0,1	0,7
02-01-2011	9,24	11,44	7,87	98,85	100	91,06	0	0,7
03-01-2011	8,68	12	6,13	96,03	100	80,24	0,1	0,6
04-01-2011	10,13	15,85	6,13	94,89	100	74,17	0	0,5
05-01-2011	11,27	14,14	7,5	96,8	100	81,92	5,9	0,4
06-01-2011	15,06	17,33	13,62	93,68	100	82,91	3,1	0,6
07-01-2011	13,19	15,91	11,5	95,24	100	76,73	20	0,9
08-01-2011	11,67	14,75	9,5	95,3	100	74,97	1,4	0,8
09-01-2011	9,82	14,08	4,7	90,21	100	63,89	1,1	0,9
10-01-2011	8,23	14,26	1,37	93,7	100	74,33	0,3	0,6
11-01-2011	12,48	16,43	9,48	92,87	100	73,65	1,3	0,6
12-01-2011	9,37	14,85	4,54	96,35	100	77,92	0	1
13-01-2011	8,04	9,12	6,93	100	100	100	0,4	0,5
14-01-2011	7,8	9,79	6,27	100	100	100	0,4	0,5
15-01-2011	7,34	8,58	6,27	100	100	100	0,5	0,5
16-01-2011	8,2	13,23	5,17	96,74	100	76,02	0,1	0,6
17-01-2011	6,98	14,2	3,06	98,74	100	78,1	0,2	0,8
18-01-2011	7,88	11,1	6,32	99,43	100	92,65	0	0,6
19-01-2011	9,03	14,81	5,63	93,87	100	72,76	0,1	0,7
20-01-2011	8,04	15,33	2,12	88,77	100	59,06	0,1	1,1
21-01-2011	6,8	12,9	1,34	66,8	100	27,6	0	1,7
22-01-2011	3,07	10,06	-0,89	53,76	67,56	32,46	0	2
23-01-2011	4,07	9,52	-0,23	52,66	66,95	31,74	0	1,8
24-01-2011	6,64	12,62	2,74	67,86	82,44	50,99	0,4	2,2
24-01-2011	6,64	12,62	2,74	67,86	82,44	50,99	0,4	1,6
25-01-2011	7	13,04	3,59	71,69	89,8	55,53	0	1,87
25-01-2011	7	13,04	3,59	71,69	89,8	55,53	0	1,5
26-01-2011	7,43	14,01	2,34	75,12	88,89	55,51	0	1,5
27-01-2011	5,3	10,73	-0,46	91,03	100	61,7	1	0,7
28-01-2011	7,92	13,33	4,52	90,4	100	64,73	0,7	0,9
29-01-2011	5,9	12,61	1,28	89,3	100	56,38	0,3	1,2
30-01-2011	5,1	11,93	-1,04	85,19	100	56,21	0,6	1,1
31-01-2011	5,82	12,88	0,39	77,23	100	38,04	0	1,3
01-02-2011	4,91	12,03	-1,21	69,84	90,49	42,39	0	1,6
02-02-2011	6,02	14,63	-0,54	67,06	90,65	33	0	1,7
03-02-2011	6,08	17,64	-2,42	77,75	100	39,23	0	1,5
04-02-2011	7,33	22,16	-1,1	77,18	100	31,66	0	1,7
05-02-2011	7,78	20,2	-0,26	77,6	100	34,56	0	2
06-02-2011	8,24	21,07	-0,32	78,51	100	36,03	0	1,8
07-02-2011	8,85	21,37	0,18	80,27	100	41,31	0	1,7
08-02-2011	7,73	16,29	0,8	89,93	100	59,04	0	1,3
09-02-2011	8,63	17,75	2,78	86,66	100	54,07	0	1,4
10-02-2011	8,7	18,02	1,83	84,6	100	51,48	0	1,7
11-02-2011	8,35	18,29	1,09	86,25	100	53,66	0,2	1,7
12-02-2011	9,11	18,88	1,57	83,56	100	45,57	0	1,6
13-02-2011	7,17	12,53	1,92	95	100	84,69	7,4	0,9
14-02-2011	7,77	11,17	3,58	93,5	100	72,42	5,2	0,7
15-02-2011	9,63	12,9	5,09	91,55	100	73,4	6,1	0,6



16-02-2011	7,97	12,84	5,51	91,78	100	73,23	14,4	1,2
17-02-2011	9,62	14,25	5,27	76,68	93,37	56,37	0,4	2
18-02-2011	9,4	15,4	1,35	87,94	100	67,98	0	1,2
19-02-2011	11,88	13,85	10,39	99,12	100	94,99	11,9	0,3
20-02-2011	12,22	16,92	8,58	87,13	100	60,37	0	1,7
21-02-2011	11,96	16,63	8,75	86,01	100	65,9	0	1,7
22-02-2011	12,94	18,38	9,47	81,24	96,97	53,95	0	2,5
23-02-2011	12,07	21,96	4,15	80,96	100	46,49	0	2,3
24-02-2011	12,83	25,86	4,06	81,64	100	39,27	0	2,4
25-02-2011	13,53	25,54	4,14	77,63	100	37,72	0	2,6
26-02-2011	12,48	20,36	6,35	86,76	100	52,6	0	2,3
27-02-2011	11,81	17,66	6,23	70,71	98,41	36,17	0	3
28-02-2011	8,57	15,4	2,76	63,1	82,8	36,36	0	3
01-03-2011	8,04	14,32	2,25	59,78	83,89	36,07	0	2,6
02-03-2011	7,84	13,83	1,31	61,8	81,89	37,26	0	2,2
03-03-2011	7,41	14,4	1,19	68,18	90,19	40,18	0	2
04-03-2011	6,23	14,23	1,2	74,16	100	34,08	0	2
05-03-2011	7,7	13,68	2,98	92,77	100	61,11	7,2	1
06-03-2011	9,01	16,09	5,03	91,95	100	62,4	1,1	1,3
07-03-2011	10,5	18,63	3,88	84,42	100	53,19	0,1	2,1
08-03-2011	9,46	12,04	7,82	94,85	100	86,68	8,5	0,9
09-03-2011	10,6	14,59	7,93	91,06	100	68,85	1,3	1,2
10-03-2011	11,64	17,17	8,91	84,79	94,2	62,12	0	1,7
11-03-2011	11	14,6	9,75	93,52	100	74,26	8,4	1,3
12-03-2011	11,81	17,73	9,61	90,5	100	58,47	4,7	2
13-03-2011	10,06	15,48	7,68	95,96	100	71,75	3,2	1,2
14-03-2011	9,55	11,34	8,37	98,07	100	92,48	28,6	0,8
15-03-2011	9,63	16,44	4	75,84	99,73	37,97	0,1	2,5
16-03-2011	9,48	16,23	1,27	80,46	100	49,92	0	2,4
17-03-2011	12,98	19,17	8,69	78,96	94,8	52,54	0	2,7
18-03-2011	12,91	22,79	3,52	75,09	100	36,41	0	3
19-03-2011	13,76	25,18	4,42	75,23	100	33,42	0	3,1
20-03-2011	14,61	24,85	5,5	71,49	96,38	35,27	0	3,4
21-03-2011	13,89	22,82	5,64	77	99,41	45,94	0	3,1
22-03-2011	12,47	18,01	6,96	73,39	99,95	39,78	0	2,8
23-03-2011	11,63	17,33	5,76	70,88	94,16	54,22	0	2,7
24-03-2011	14,15	23,68	6,88	79,52	99,55	46,06	0,2	2,6
25-03-2011	14,52	21,57	8,28	83,35	100	53,34	0,8	2,4
26-03-2011	13,44	17,79	7,78	87,85	100	61,2	0,5	1,6
27-03-2011	12,11	17,52	7,41	84,15	100	55,92	0,6	2,3
28-03-2011	12,32	17,5	6,23	87,23	100	61,36	1,6	1,6
29-03-2011	14,66	19,97	10,33	81,74	100	54,47	1,3	2,8
30-03-2011	14,41	21,88	7,92	82,57	100	56,6	0	3,4
31-03-2011	15,73	25,72	7,23	78,76	100	42,98	0	3,5
01-04-2011	18,84	30,33	8,32	64,86	100	27,3	0	4,1
02-04-2011	16,75	21,47	11,32	74,79	94,51	55,64	0	2,5
03-04-2011	12,69	15,28	9,2	80,24	96,65	51,53	0	1,9
04-04-2011	14,23	23,74	4,74	78,24	100	48,31	0	3,3
05-04-2011	18,67	26,13	10,6	70,12	98,04	43,86	0	3,4
06-04-2011	20,1	27,38	12,82	60,12	93,57	38,03	0	4
07-04-2011	19,76	29,1	12,13	65,34	92,84	33,5	0	4,3
08-04-2011	19,04	30,68	8,88	64,14	99,7	23,12	0	4,7
09-04-2011	17,16	23,64	10,2	75,12	100	45,99	0	4
10-04-2011	17,62	27,93	8,92	69,5	100	33,42	0	4,7

11-04-2011	17,82	24,89	10,37	63,67	91,47	36,63	0	4,5
12-04-2011	18,73	28,31	10,15	61,65	92,4	31,18	0	4,5
13-04-2011	19,11	29,85	9,7	60,9	89,02	26,87	0	4,6
14-04-2011	20,51	30,6	9,25	55,9	93,44	21,7	0	4,7
15-04-2011	20,35	30,65	9,18	56,03	94,82	21,84	0	4,5
16-04-2011	18,76	29,11	8,1	54,92	82,7	29,32	0	4,6
17-04-2011	18,69	27,58	9,38	60,06	97,29	27,44	0	4,7
18-04-2011	16,98	25,5	8,37	67,65	100	39,24	0	3,7
19-04-2011	15,17	18,95	12,62	91,95	100	73,45	17,9	1,6
20-04-2011	15,13	19,6	12,52	93,44	100	70,73	5,2	1,9
21-04-2011	13,37	17,1	11,26	96,65	100	79,1	15,2	1,7
22-04-2011	12,26	16,01	9,85	91,17	100	70,23	3	1,9
23-04-2011	13,96	20,94	10,56	87,33	100	55,51	2,1	2,6
24-04-2011	15,08	23,99	7,67	82,94	100	47,07	1,5	3,2
25-04-2011	17,43	25,34	10,14	74,38	95,28	42,85	0	3,8
26-04-2011	17,24	26,85	8,97	75,31	100	39,54	0	4,5
27-04-2011	18,56	26,87	9,79	70,43	99,33	33,13	0	4,5
28-04-2011	18,55	28,02	10,18	71,8	100	35,45	0	4
29-04-2011	14,65	17,34	12,03	92,08	100	78,46	12,8	1,6
30-04-2011	14,46	20,55	12,49	93,91	100	62,71	6,2	1,8
01-05-2011	15,75	21,95	10,77	83,95	100	47,08	0,4	3,2
02-05-2011	17,16	24,13	13,18	80,71	97,75	53,97	0	3,3
03-05-2011	16,66	22,64	11,93	75,17	94,96	46,7	0	4,8
04-05-2011	16,03	22,22	9,12	71,06	98,96	40,62	0	4,7
05-05-2011	20,56	25,2	13,73	56,51	87,7	28,96	0	4,5
06-05-2011	17,67	25,1	10,35	73,54	100	43,44	0	3,5
07-05-2011	15,99	21,76	10,94	70,27	94,22	44,71	0	3,8
08-05-2011	16,14	26,35	6,16	70,49	100	32,29	0	4,6
09-05-2011	20,44	30,69	10,32	64	96,4	30,26	0	5,1
10-05-2011	22,64	33,39	11,84	62,19	98,53	28,78	0	5,4
11-05-2011	21,97	32,45	12,08	61,58	93,91	30,8	0	5,1
12-05-2011	21,93	31,45	11,65	61,63	93,58	31,43	0	5,4
13-05-2011	23,41	33,26	13,02	59,94	95,92	28,08	0	5,1
14-05-2011	23,18	31,75	14,34	65,15	99,23	36,29	0	5,2
15-05-2011	21,87	29,8	14,29	50,83	85,2	24,8	0	6,5
16-05-2011	20,67	30,64	13,86	65,83	99,44	38,29	6	4,9
17-05-2011	20,57	28,77	14,99	77,68	100	42,38	6,6	4,2
18-05-2011	17,12	23,89	13,37	92,37	100	65,09	41,2	2,6
19-05-2011	18,31	26,35	12,45	82,92	100	45,81	0,6	3,7
20-05-2011	20,37	28,82	12,64	68,13	100	32,92	0	5,2
21-05-2011	22,13	30,94	11,86	63,69	99,73	27,72	0	5,6
22-05-2011	22,65	31,11	13,8	63,38	95,08	32,54	0	5,8
23-05-2011	23,53	33,57	14,95	61,98	93,4	28,64	0	5,5
24-05-2011	24,69	34,4	14,18	58,72	92,98	24,81	0	5,8
25-05-2011	24,51	33,78	13,92	53,45	93,45	23,85	0	5,2
26-05-2011	20,67	25,2	15,82	75,88	100	56,91	7	3,2
27-05-2011	22,86	30,72	15,53	73,4	100	39,94	0	4,6
28-05-2011	21,84	30,21	16,21	77,47	98,32	41,86	4,9	3,7
29-05-2011	21,05	28,68	15,87	75,12	98,88	35,75	0	5
30-05-2011	17,87	23,82	14,22	90,39	100	59,39	9,9	2,9
31-05-2011	21,28	28,07	14,23	73,85	99,31	47,88	0	4,9
01-06-2011	21,82	29,03	14,86	54,88	93,99	33,43	0	6,6
02-06-2011	19,78	27,68	11,63	48,61	79,57	29,97	0	6,3
03-06-2011	21,79	30,65	12,38	55,27	86,73	27,81	0	5,6

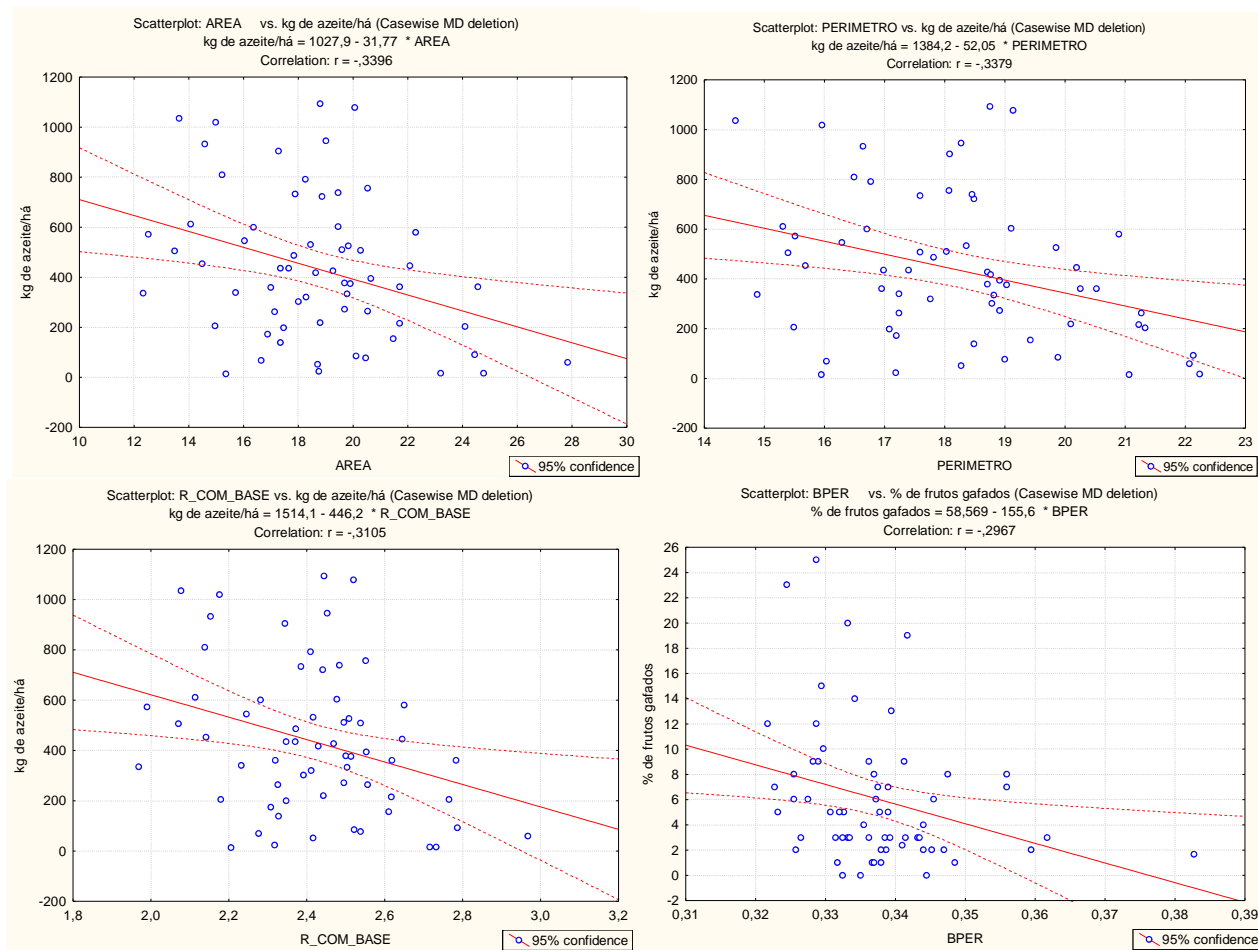
04-06-2011	22,33	31,12	13,1	54,05	86,64	25,08	0	5,8
05-06-2011	19,75	30,91	12,86	72,9	96,64	33,83	21,6	4,7
06-06-2011	18,64	23,57	14,85	78,17	98,52	51,58	0,3	4
07-06-2011	17,13	23,3	12,57	68,04	87,32	40,25	0	5,2
08-06-2011	17,14	23,89	10,11	62,48	90,91	35,58	0	5,6
09-06-2011	16,43	22,54	9,86	68,15	90,62	45,83	0	4,1
10-06-2011	19,71	26,97	10,8	62,66	97,24	38,32	0	5,2
11-06-2011	21,57	30,28	11,59	53,59	87,45	23,91	0	5,7
12-06-2011	22,66	32,27	10,55	49,78	89,61	20,8	0	6,4
13-06-2011	21,21	28,41	13,28	64,36	91,06	39,99	0	6,3
14-06-2011	21,81	29,96	13,7	64,01	96,42	35,1	0	6,4
15-06-2011	22,27	31,05	11,92	62,23	97,72	35,21	0	6,5
16-06-2011	21,46	28,8	14,44	61,32	94,47	26,52	0	6,4
17-06-2011	21,1	29,06	11,92	63,6	98,22	30,76	0	7,59
18-06-2011	20,91	29,19	13,05	56,54	91,18	26,17	0	7,87
19-06-2011	24,57	35,32	11,51	48,87	90,48	21,74	0	6,1
20-06-2011	26,23	34,82	14,88	51,84	86,09	29,47	0	6,7
21-06-2011	25,5	34,5	13,67	53,47	96,5	19,66	0	6,8
22-06-2011	24,14	32,54	15,55	52,52	90,35	25,75	0	7,3
23-06-2011	22,34	32,22	11,47	49,27	80,88	22,23	0	7
24-06-2011	25,95	38,95	11,25	44,49	92,42	16,24	0	6,1
25-06-2011	28,55	38,91	18,46	44,66	68,07	22,99	0	6,1
26-06-2011	30,69	39,39	19,64	47,54	80,41	28,73	0	6
27-06-2011	28,54	37,42	18,32	52,35	87,02	28	0	7,4
28-06-2011	24,22	32,66	16,11	59,14	94,26	27,57	0	7,5
29-06-2011	24,92	34,69	13,71	50,93	88,92	19,65	0	7,1
30-06-2011	27,18	37,38	13,24	44,73	89,61	18,65	0	6,3
01-07-2011	26,46	36,67	15,96	47,6	81,44	21,31	0	4,8
02-07-2011	26,08	36,99	15,1	50,69	87,49	20,94	0	7,5
03-07-2011	19,68	25,99	15,02	63,78	84,27	38,92	0	6,4
04-07-2011	23,08	32,11	15,12	58,75	87,81	31,58	0	6,7
05-07-2011	23,9	34,02	11,38	53,49	88,54	24,23	0	6,9
06-07-2011	22,38	30,67	14,97	56,24	88,74	28,58	0	7,4
07-07-2011	19,99	27,58	12,98	52,25	80,36	28,58	0	7,3
08-07-2011	21,56	30,8	11,77	55,77	82,84	29,84	0	6,7
09-07-2011	23,11	30,35	15,43	62,13	94,61	36,57	0	6,7
10-07-2011	23,24	32,29	14,45	58,58	94,65	28,85	0	6,8
11-07-2011	23,36	33,05	12,27	54,38	92,08	22,41	0	6,7
12-07-2011	22,78	29,28	15,56	56,65	87,42	36,06	0	6,7
13-07-2011	22,99	31,92	13,2	46,27	78,52	22,73	0	7,4
14-07-2011	25,77	34,81	15,7	44,88	73,56	22,3	0	7,1
15-07-2011	26,93	36,59	15,41	45,82	83,23	21,15	0	7,5
16-07-2011	24,57	33,64	14,62	53,78	80,62	27,62	0	7,5
17-07-2011	22,3	30,46	16,56	57,93	90,19	28,64	0	7,7
18-07-2011	21,64	30,41	12,79	53,53	79,9	21,51	0	7,1
19-07-2011	23,72	32,08	17,47	53,58	86,52	19,09	0	7,6
20-07-2011	26,21	36,76	14,59	41,8	73,1	17,87	0	7,7
21-07-2011	25,78	35,56	15,08	48,1	85,36	17,18	0	7,5
22-07-2011	25,13	34,82	13,42	49,35	87,57	23,11	0	6,8
23-07-2011	23,7	33,29	13,74	53,2	84,25	26,78	0	6,5
24-07-2011	26,72	37,03	14,19	43,91	81,19	17,68	0	6,6
25-07-2011	28,84	38,26	18,64	41,35	71,57	21,09	0	7,1
26-07-2011	28,74	38,05	17,55	47,35	83,62	24,04	0	7
27-07-2011	29,27	40,47	16,3	45,22	85,5	20,24	0	6,1

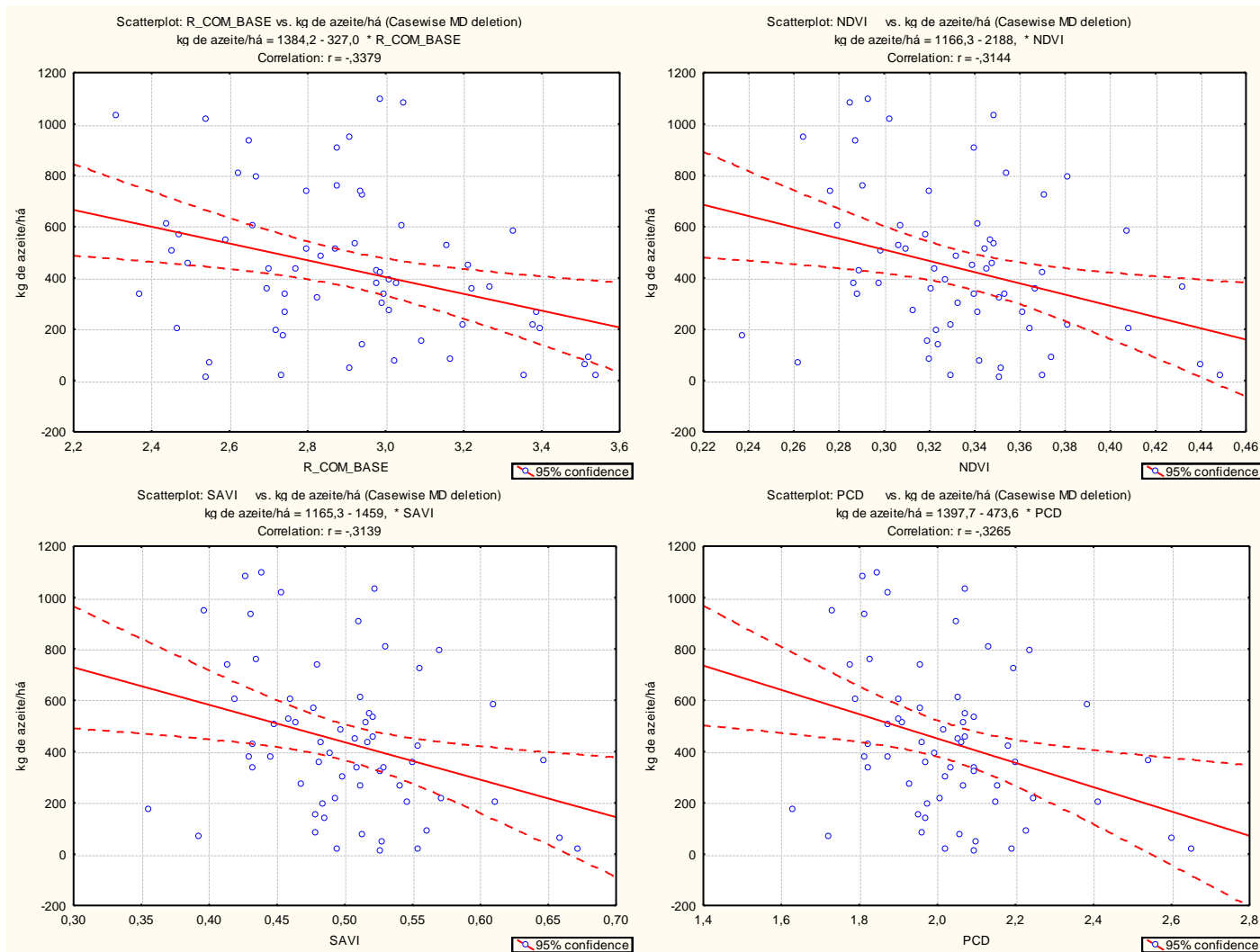
28-07-2011	28,53	36,29	20,77	48,18	62,52	31,49	0	7
29-07-2011	27,92	36,77	19,88	53,75	89,37	21,14	0	7,2
30-07-2011	24,29	34,1	13,31	54,78	93,48	25,78	0	7,1
31-07-2011	24,12	34,83	12,97	59,01	98,68	27,04	0	6,1
01-08-2011	21,27	32,4	14,7	67,26	97,4	30,85	15,1	5,3
02-08-2011	21,23	28,8	16,81	72,67	95,73	44,52	0	4,8
03-08-2011	22,83	32,75	14,11	61,84	98,84	20,79	0	5,8
04-08-2011	25,6	34,75	14,76	58,04	94,03	27,86	0	6,6
05-08-2011	24,78	32,13	19,03	57,32	89,71	22,01	0	7,4
06-08-2011	24,25	31,38	18,77	67,07	87,91	40,14	0	6
07-08-2011	25,1	33,65	16,39	53,12	95,73	19,99	0	7,2
08-08-2011	25,98	36,75	16,54	41,22	74,19	12,73	0	6,8
09-08-2011	28,63	40,38	17,26	33,56	57,05	16,32	0	6,5
10-08-2011	29,95	39,87	20,7	38,24	57,16	27,61	0	6,1
11-08-2011	29,36	38,88	19,19	48,18	84,2	29,05	0	6,2
12-08-2011	27,09	33,96	22,36	51,69	72,42	36,57	0,1	5,9
13-08-2011	26,95	35,22	17,51	53,25	85,41	24,19	0	6,6
14-08-2011	25,4	34,95	17,05	59,72	95,28	28,04	0	6,9
15-08-2011	26,93	36,31	18,51	58,02	91,97	25,1	0	6,6
16-08-2011	26,02	37,82	16,82	61,98	98,87	24,5	0	7,1
17-08-2011	24,55	34,89	14,22	57,31	96,48	22,74	0	6,5
18-08-2011	25,5	35,27	12,96	51,13	90,23	25,42	0	5,8
19-08-2011	29,11	41,63	16,49	47,59	85,31	21,96	0	5,3
20-08-2011	30,39	38,34	22,64	42,83	66,55	25,8	0	5,6
21-08-2011	22,67	28,07	18,67	77,08	92,07	45,14	4,7	2,7
22-08-2011	22,72	29,89	16,62	73,22	99,96	46,12	0	4
23-08-2011	22,35	29,52	16,65	65,04	97,52	36,09	0	5,3
24-08-2011	22,93	33,78	13,74	56,79	89,61	27,02	0	5,7
25-08-2011	22,73	30,81	12,98	54,09	81,67	34,87	0	5,7
26-08-2011	21,82	29,09	15,57	54,04	93,32	19,62	0	5,9
27-08-2011	22,01	32,89	9,93	43,73	85,21	15,59	0	5,2
28-08-2011	23,58	33,59	11,37	43,35	78,94	17,28	0	5,7
29-08-2011	22,36	32,26	11,47	49,65	91,64	14,85	0	5,7
30-08-2011	21,66	30,41	11,43	61,73	99,67	22,32	0	5,1
31-08-2011	21,95	27,86	17,86	69,2	97,94	38,55	0,7	3,6
01-09-2011	17,67	20,4	15	92,28	100	82,01	28,6	1,6
02-09-2011	19,32	26,16	14,97	79,91	100	47,23	0,3	2,8
03-09-2011	19,75	26,49	14,95	72,79	96,87	44,72	0,1	4,2
04-09-2011	19,26	25,78	13,28	70,77	100	35,98	0	3,8
05-09-2011	21,01	31,06	10,73	58,05	94,01	26,45	0	4,8
06-09-2011	24,32	35,73	13,08	52,02	91,87	20,17	0	4,6
07-09-2011	26,3	38,01	14,1	46,72	90,1	17,57	0	5,6
08-09-2011	25,31	38,12	12,85	48,13	90,69	12,55	0	4,9
09-09-2011	25,93	37,21	14,18	48,62	93,34	15,51	0	5
10-09-2011	22,47	31,41	13,22	63,46	91,88	35,07	0	4,9
11-09-2011	21,91	30,44	13,47	63,39	95,75	29,32	0	4,3
12-09-2011	24,33	35,84	13,61	54,5	96,87	22,33	0	4,4
13-09-2011	26,83	38,56	14,58	50,61	94,76	18,46	0	4,4
14-09-2011	26,78	36,76	17,15	53,9	88,21	28,53	0	4,3
15-09-2011	25,93	35,22	16,32	55,74	87,09	29,61	0	4,4
16-09-2011	24,48	32,25	17,43	65,43	96,8	35,34	0	3,9
17-09-2011	22,4	30,81	15,21	65,69	92,87	36,84	0	5
18-09-2011	21,11	30,18	12,14	51,71	93,69	15,61	0	5,5
19-09-2011	22,12	31,39	13,34	35,86	54,18	19,85	0	5

20-09-2011	22,66	34,39	10,82	36,26	55,36	23,08	0	4,5
21-09-2011	23,29	31,9	14,24	54,79	85,64	28	0	4,3
22-09-2011	22,28	31,56	12,07	54,7	91,62	29,19	0	4,1
23-09-2011	20,1	28,66	13,33	64,56	97,06	31,12	0	4,7
24-09-2011	19,43	27,05	10,09	61,72	99,19	32,73	0	4,2
25-09-2011	20,66	31,58	10,42	56,24	98,48	21,47	0	3,4
26-09-2011	22,19	34,55	9,24	49,38	94,06	19,02	0	3,6
27-09-2011	23,08	33,45	13,3	53,38	86,16	27,8	0	3,3
28-09-2011	23,18	31,12	17,21	52,9	79,67	32,43	0	3,1
29-09-2011	22,95	33,6	13,04	48,01	73,26	24,34	0	4
30-09-2011	22,67	32,82	13,61	52,85	76,62	32,04	0	3,7
01-10-2011	22,73	32,47	13,76	52,14	81,36	27,27	0	4,1
02-10-2011	22,29	31,78	14,22	50,3	78,32	28,27	0	4
03-10-2011	22,68	33,58	12,56	44,39	73,54	20,7	0	3,7
04-10-2011	23,15	35,41	11,5	39,09	77,23	16,28	0	4
05-10-2011	23,54	36,53	12,98	34,07	56,4	15,35	0	4
06-10-2011	24,09	35,52	11,77	41,04	70,22	17,78	0	4,7
07-10-2011	22,48	31,47	15,35	46,26	78,31	22,63	0	5,3
08-10-2011	19,62	27,95	14,02	41,83	57,69	25,73	0	4,5
09-10-2011	19,32	30	9,16	44,82	74,26	23,18	0	3,9
10-10-2011	19,99	31,06	9,98	45,02	71,26	24,37	0	3,6
11-10-2011	20,9	33,31	10,15	41,58	68,96	18,97	0	3,6
12-10-2011	21,51	35,11	10,05	39,12	72,25	13,7	0	3,5
13-10-2011	22,21	36,32	9,89	36,31	68,12	16,28	0	3,3
14-10-2011	22,46	36,1	10,31	37,01	66,44	16,29	0	3,1
15-10-2011	20,93	31,24	9,5	49,23	71,9	31,04	0	3,4
16-10-2011	19,86	30,68	10,13	60,43	92,06	32,93	0	2,6
17-10-2011	19,72	30,29	10,37	57,79	86,58	30,3	0	2,6
18-10-2011	18,67	29,52	10,13	54,68	89,3	22,38	0	2,4
19-10-2011	18,18	27,62	8,61	60,2	93,82	28,91	0	3
20-10-2011	18,71	28,27	10,98	53,7	94,15	27,49	0	3
21-10-2011	17,93	27,41	9,9	42,06	56,89	28,2	0	3
22-10-2011	17,34	27,17	9,35	63,75	87,15	34,89	1,3	2,4
23-10-2011	17,46	21,99	15,17	83,02	100	50,33	14,2	2
24-10-2011	15,56	19,6	10,44	76,76	98,54	49,36	17,8	2,3
25-10-2011	13,33	20,27	8,48	80,36	99,06	43,74	1,5	1,9
26-10-2011	13,15	18,79	7,36	92,76	100	67,69	9,5	0,9
27-10-2011	15,4	20,15	12,17	84,2	98,38	57,44	4	2,1
28-10-2011	15,31	24,4	8,45	72,34	97,04	38,48	0	2,5
29-10-2011	15,8	23,99	8,34	68,46	94,4	38,78	0	2,3
30-10-2011	16,9	26,42	9,68	71,67	94,54	43,77	0	2
31-10-2011	17,03	24,45	9,83	78,88	100	49,88	0	1,6
01-11-2011	16,81	20,69	13,59	91,59	100	69,67	0,7	1,1
02-11-2011	16,26	18,63	14,79	94,43	100	85,4	17,5	0,8
03-11-2011	13,97	18,62	9,65	89,29	100	58,37	29,3	1,5
04-11-2011	11,22	13,65	9,63	95,09	100	81,37	10	0,8
05-11-2011	11,95	16,91	8,77	78,8	97,25	55,43	0	2,2
06-11-2011	11,77	18,08	7,2	72,08	90,36	43,82	0	2,1
07-11-2011	11,23	20,17	3,55	74,57	100	39,98	0	1,7
08-11-2011	10,34	15,26	2,4	85,45	100	62,02	0	0,9
09-11-2011	14,76	17,33	12,9	95,61	100	86,88	5,8	0,2
10-11-2011	15,53	19,47	13,88	94,49	100	77,39	1,8	0,8
11-11-2011	15,88	21,62	12,17	92,69	100	72,92	2	1
12-11-2011	14,91	20,28	11,22	84,41	100	60,19	0	1

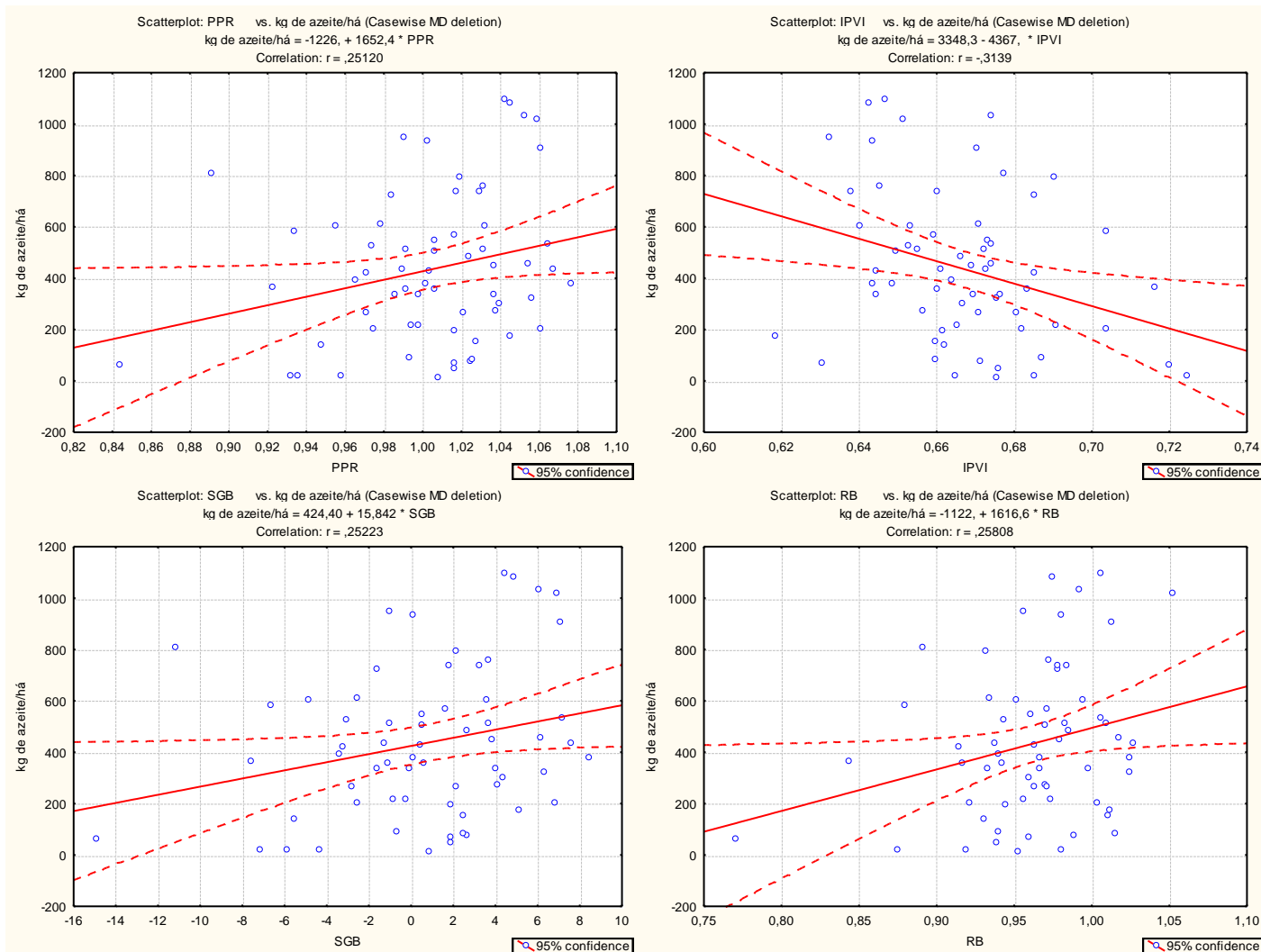
13-11-2011	16,46	23,62	13,21	71,49	88,89	50,01	0	1,4
14-11-2011	12,81	17,11	8,27	85,04	100	58,79	14	1,4
15-11-2011	12,1	18,03	8,67	88,43	100	58,47	0,1	1,3
16-11-2011	10,96	19,36	7,14	88,1	100	51,87	0	1,1
17-11-2011	11	18,84	6,14	82,62	100	46,6	0	1,5
18-11-2011	11,47	19,71	3,94	84,96	100	53,54	0,1	1,1
19-11-2011	11,63	13,44	8,2	99,85	100	95,92	11,8	0,4
20-11-2011	10,86	15,16	7,85	94,39	100	75,78	0,3	0,7
21-11-2011	12,61	17,14	9,19	86,01	99,55	64,2	0	1,1
22-11-2011	9,1	13,92	6,33	91,82	100	77,45	3,1	1,1
23-11-2011	10,36	17,75	6,61	91,07	100	63,81	0	0,8
24-11-2011	11,85	20,6	5,86	83,01	100	47,27	0	1,2
25-11-2011	11,78	20,2	5,46	79,06	99,85	46,44	0	1,6
26-11-2011	10,67	20,56	4,51	80,52	100	41,23	0	2,34
27-11-2011	9,07	18,37	3,21	84,6	100	50,68	0	1,4
28-11-2011	8,47	19,24	1,75	84,82	100	46,55	0	1,3
29-11-2011	8,48	19,27	1,78	87,61	100	54,27	0	1,1
30-11-2011	8,19	17,48	2,08	90,44	100	58,35	0,1	1
01-12-2011	9,34	17,85	3,31	87,71	100	59,21	0,1	0,9
02-12-2011	10,18	14,52	5,62	78,76	100	51,08	1,3	1,5
03-12-2011	9,29	16,81	3,05	68,45	95,9	41,96	0	1,5
04-12-2011	8,01	15,94	-0,46	84,8	100	54,11	0	0,9
05-12-2011	11,94	17,91	5,41	89,78	100	72,17	0	0,7
06-12-2011	12,77	19,55	6,16	85,88	100	54,9	0	1,2
07-12-2011	8,25	10,78	5,2	96,75	100	86,09	0,1	0,7
08-12-2011	6,72	7,6	6,01	99,87	100	98,26	0,1	0,5
09-12-2011	6,94	9,19	5,33	99,1	100	93,23	0,2	0,4
10-12-2011	8,15	10,91	6,11	99,85	100	97,86	3,4	0,4
11-12-2011	10,22	15,04	7,26	93,91	100	72,82	1,6	0,6
12-12-2011	10,05	15,08	5,89	92,24	100	71,45	0,3	0,7
13-12-2011	11,13	15,75	6,81	96,76	100	81,9	0,2	0,6
14-12-2011	11,98	16,74	6,04	90,71	100	61,27	1,7	0,7
15-12-2011	9,61	15,68	5,35	88,65	100	61,6	0,1	0,9
16-12-2011	12,25	16,8	8,49	88,5	97,67	71,64	0,5	1
17-12-2011	8,52	14,17	4,4	77,79	98,01	46,45	0	1,7
18-12-2011	5,38	13	-0,85	81,28	100	49,13	0	1,2
19-12-2011	4,69	15,16	-0,69	78,86	99,2	37,1	0	1
20-12-2011	5,02	15,28	-2,71	85,19	100	54,2	0	0,8
21-12-2011	6,57	17,53	1,12	93,62	100	59,92	0	0,7
22-12-2011	6,45	15,83	2,2	96,35	100	68,28	0,3	0,9
23-12-2011	3,78	7,42	-0,07	100	100	100	0,5	0,7
24-12-2011	7,01	15,85	1	85,23	100	49,39	0,2	0,8
25-12-2011	6,48	15,83	-1,17	77,65	100	46,54	0	1,2
26-12-2011	6,55	16,2	0,13	80,84	100	49,48	0	1,2
27-12-2011	6,66	16,7	0,74	83,92	100	49,71	0	1,1
28-12-2011	6,68	17,48	0,53	81,52	100	42,23	0	1,1
29-12-2011	6,61	16,25	-1,12	79,28	100	44,9	0	1,2
30-12-2011	5,96	17,25	-1,37	71,41	94,73	36,47	0	1
31-12-2011	5,94	16,96	-1,28	82,21	100	47,25	0	0,8

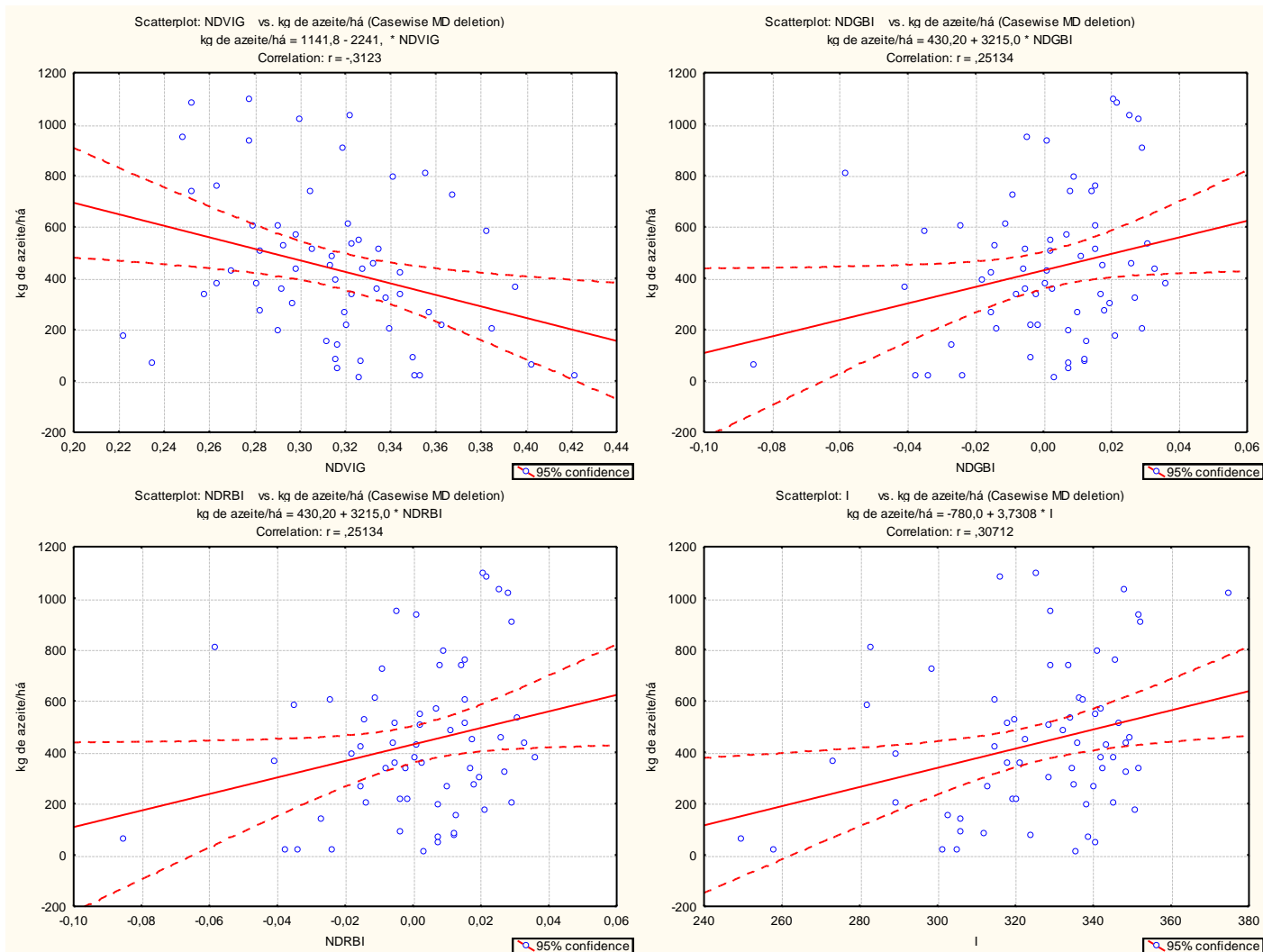
## 7.2 Gráficos de Correlações

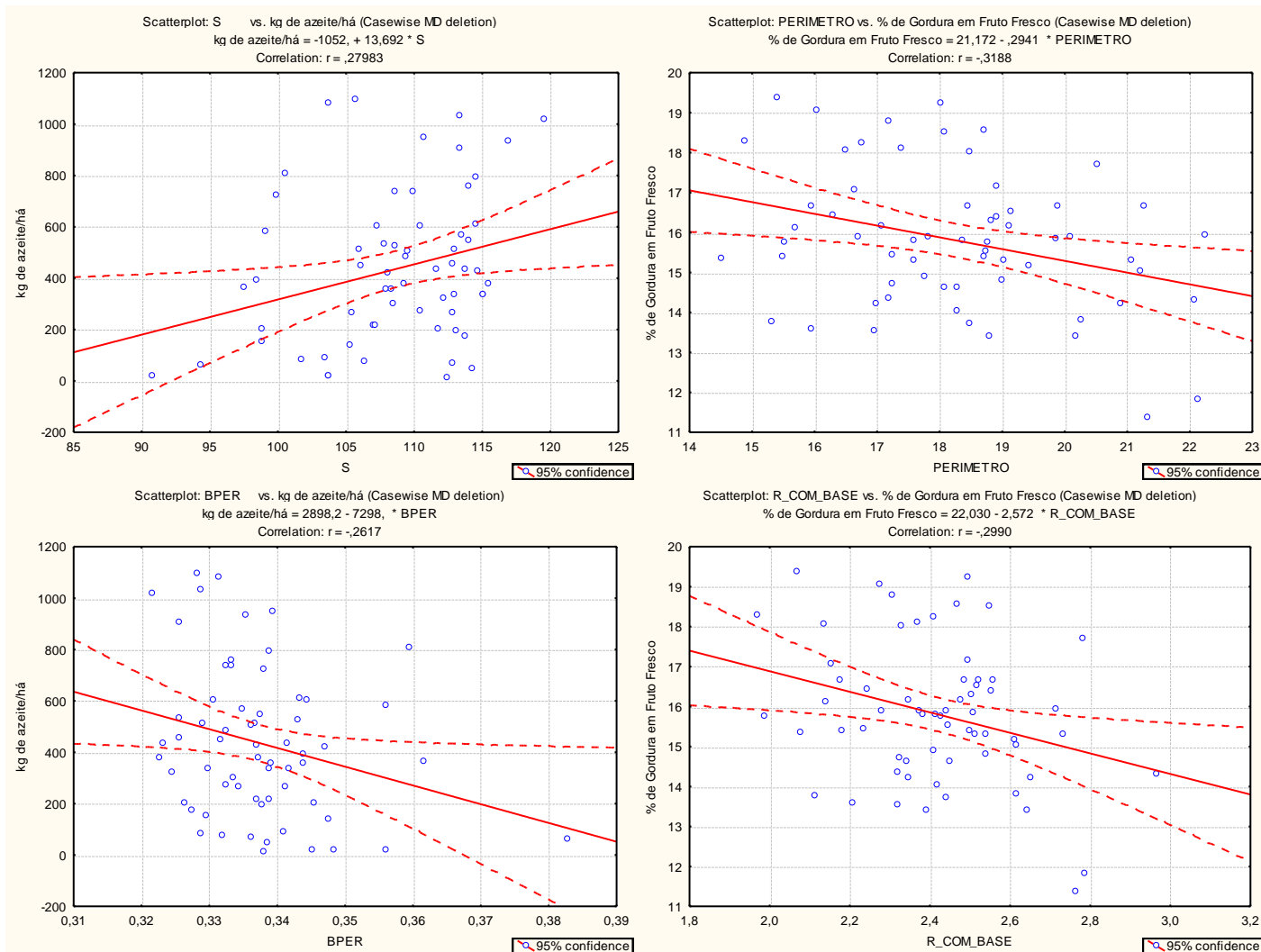


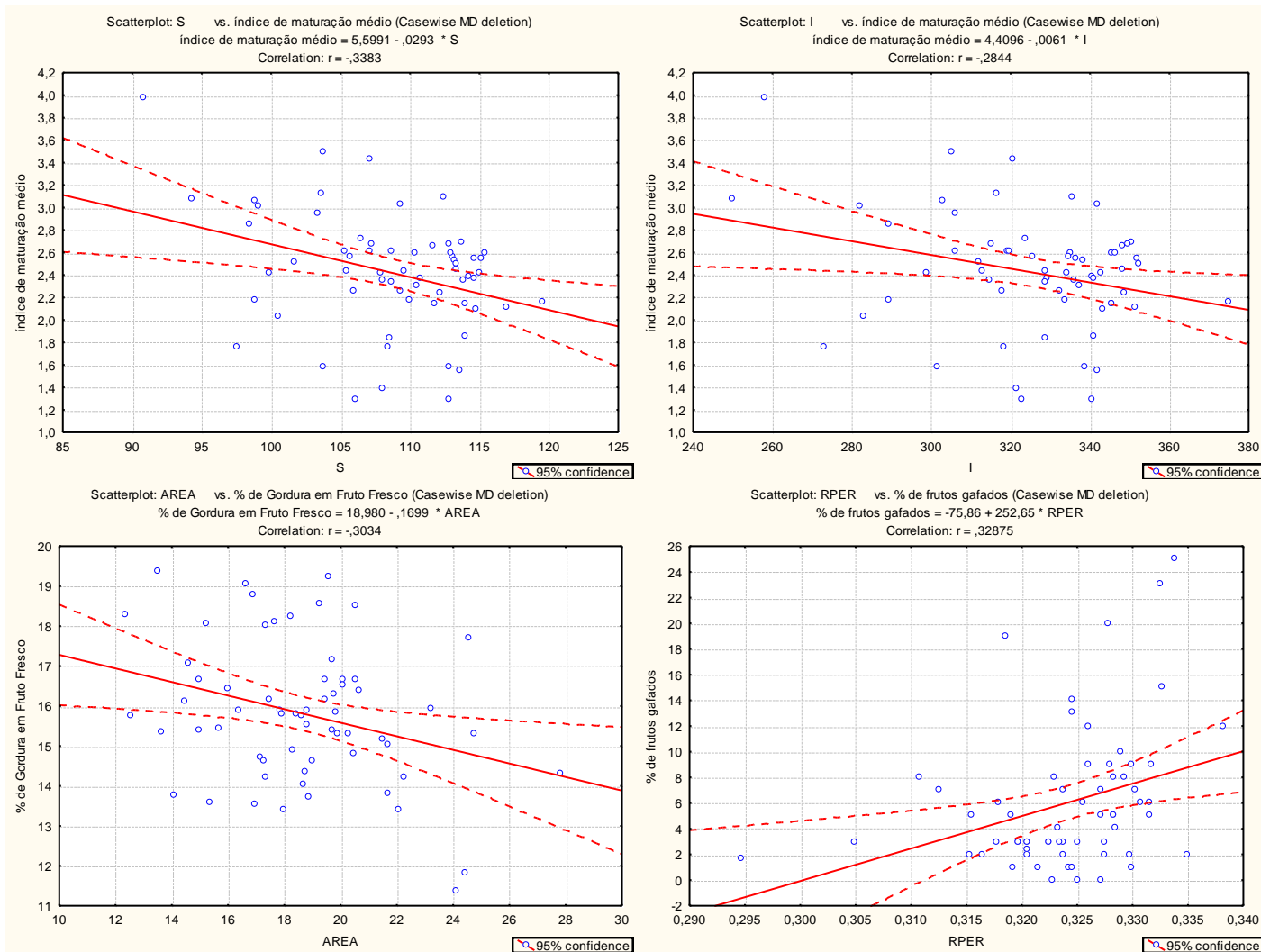


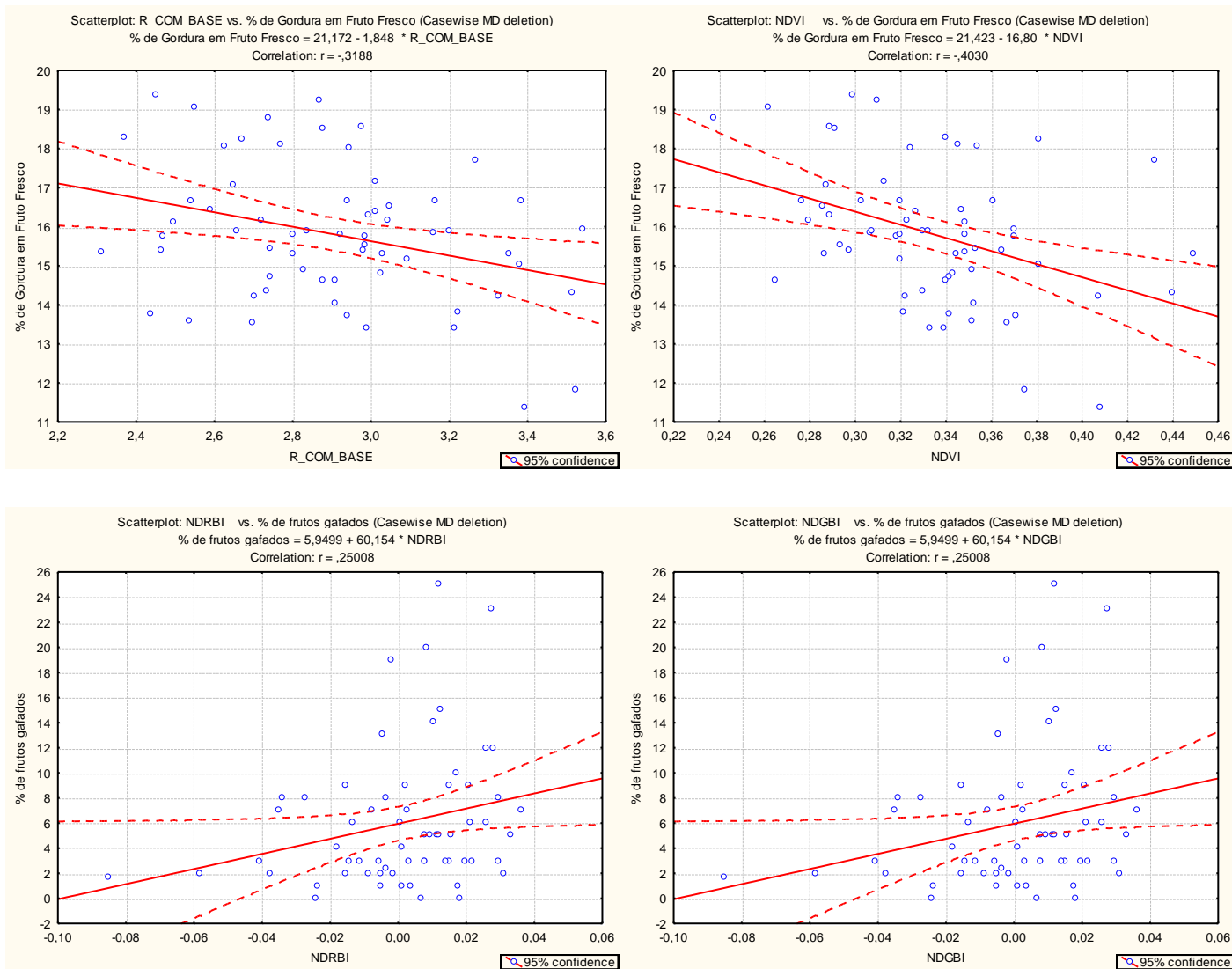


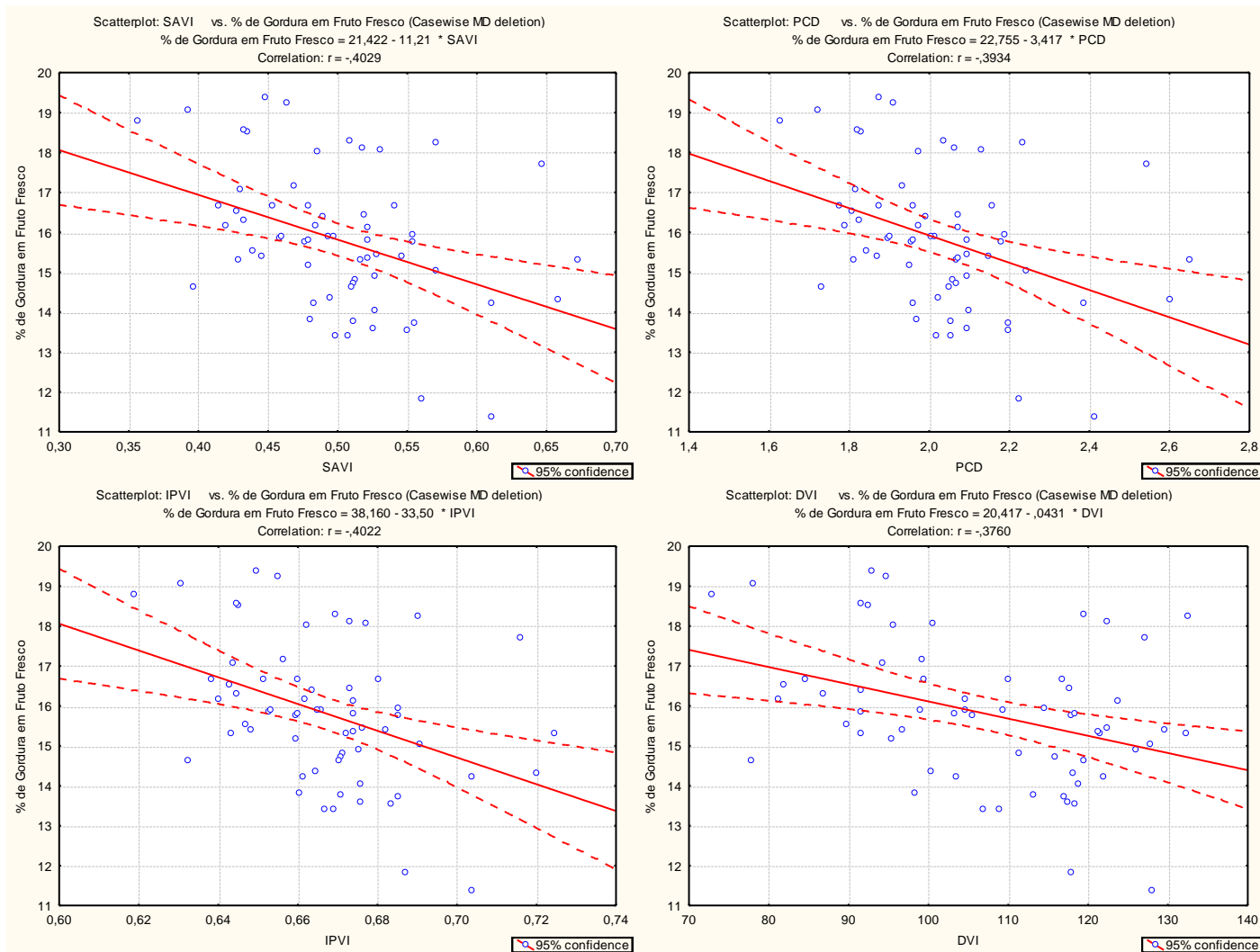


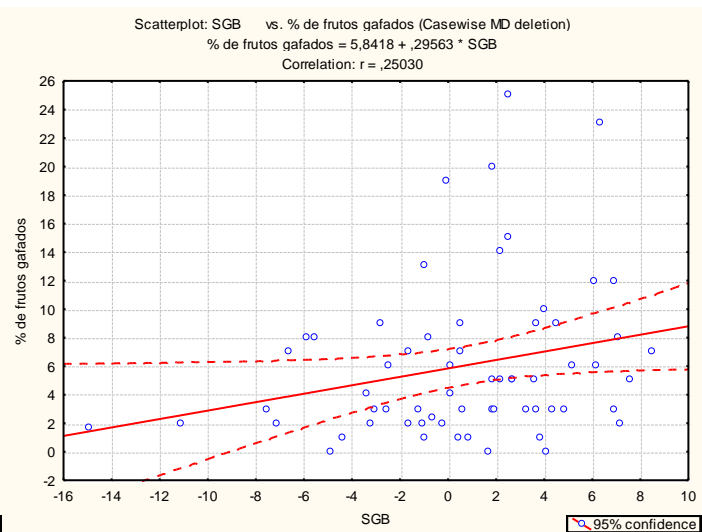
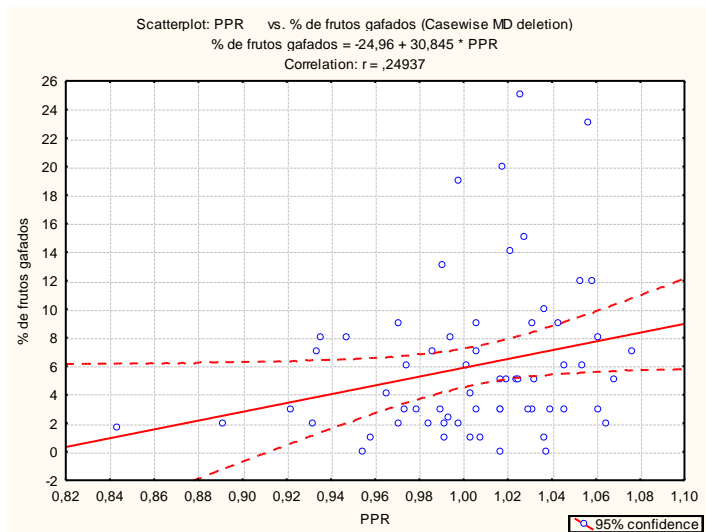
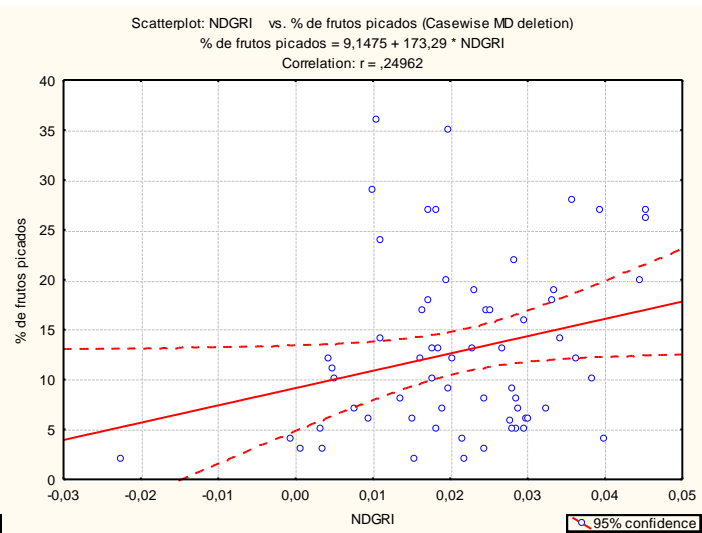
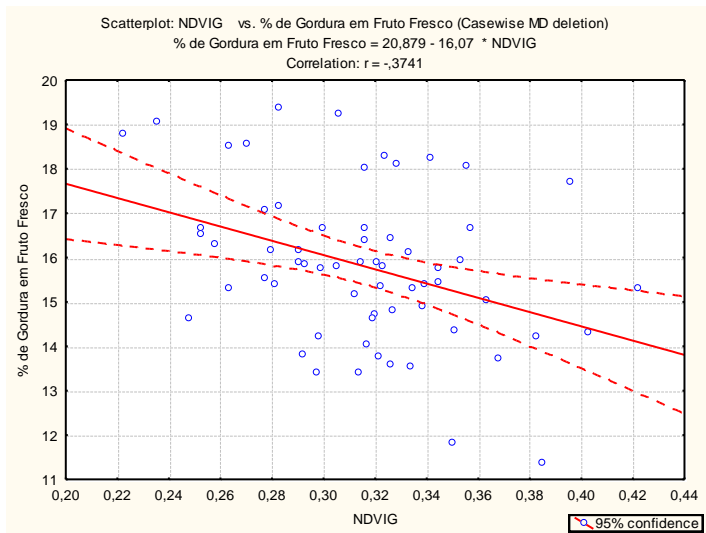


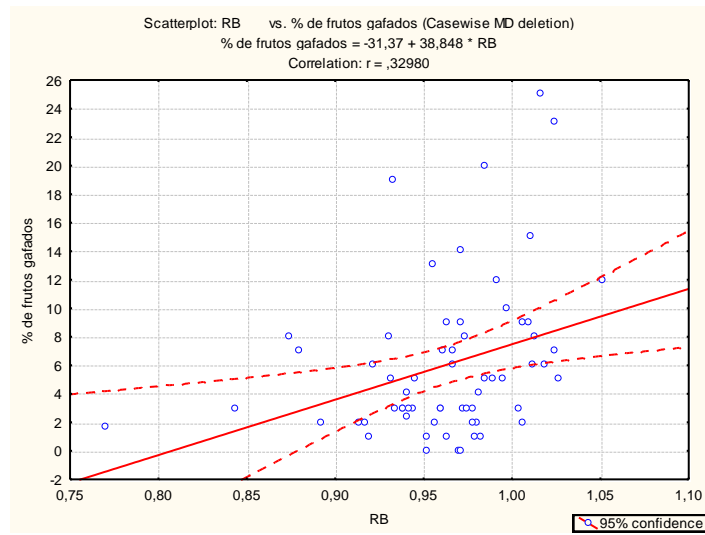














### 7.3 Análise de variância dos modelos de regressão

Variáveis dependentes	Multiple - R	Multiple - R <sup>2</sup>	Adjusted - R <sup>2</sup>	SS - Model	df - Model	MS - Model	SS - Residual	df - Residual	MS - Residual	F	p
<b>Kg/ha 2011</b>	0,63	0,4	0,08	83178636	22	3780847	123979919	41	3023900	1,25	0,26
<b>Kg de azeite/há</b>	0,65	0,42	0,11	2202830	22	100128,6	3040379	41	74155,58	1,35	0,2
<b>Índice de maturação médio</b>	0,72	0,51	0,25	8,91	22	0,41	8,52	41	0,21	1,95	0,03
<b>% De frutos picados</b>	0,6	0,36	0,01	1720,39	22	78,2	3072,27	41	74,93	1,04	0,44
<b>% De frutos gafados</b>	0,51	0,26	-0,13	493,56	22	22,43	1383,62	41	33,75	0,66	0,85
<b>% De frutos são</b>	0,58	0,33	-0,02	2093,1	22	95,14	4164,94	41	101,58	0,94	0,55
<b>% Caroço no fruto fresco</b>	0,6	0,37	0,03	31,19	22	1,42	54,08	41	1,32	1,08	0,41
<b>% Humidade na polpa fresca</b>	0,58	0,33	-0,03	141,87	22	6,45	285,57	41	6,97	0,93	0,57
<b>% De Gordura em Fruto Fresco</b>	0,6	0,37	0,03	68,95	22	3,13	119,42	41	2,91	1,08	0,41
<b>% Acidez Média</b>	0,61	0,38	0,04	0,21	22	0,01	0,34	41	0,01	1,12	0,37

## 7.4 Estimativas dos parâmetros

### Estimativas dos parâmetros do índice médio de maturação

	Comment - (B/Z/P)	índice de maturação médio - Param.	índice de maturação médio - Std.Err	índice de maturação médio - t	índice de maturação médio - p	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt	índice de maturação médio - Beta (ß)	índice de maturação médio - St.Err.ß	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt
Intercept		467,69	428,8266	1,09063	0,281804	-398,34	1333,724				
Área da copa		0,87	0,3269	2,64826	0,011433	0,21	1,526	5,1363	1,93952	1,219	9,0533
Perímetro		1,59	0,7937	2,00624	0,051457	-0,01	3,195	5,725	2,8536	-0,038	11,488
Raio com base na área		-25,07	6,9463	-3,60962	0,000827	-39,1	-11,045	-9,6865	2,68351	-15,106	-4,267
Circularidade		0,1	9,1717	0,01086	0,991388	-18,42	18,622	0,0098	0,8997	-1,807	1,8267
Compacidade		-22,38	14,7308	-1,51947	0,136319	-52,13	7,366	-2,0437	1,34502	-4,76	0,6726
NDVI		-1029,97	484,2004	-2,12716	0,03947	-2007,83	-52,108	-87,2504	41,01736	-170,087	-4,4142
SAVI		513,06	335,705	1,52829	0,134119	-164,91	1191,025	65,087	42,58808	-20,921	151,0954
PVR		-279,14	113,7378	-2,45428	0,018452	-508,84	-49,446	-13,7221	5,5911	-25,014	-2,4307
PCD		-7,86	4,335	-1,81268	0,077207	-16,61	0,897	-3,2862	1,81288	-6,947	0,375
PPR		-261,86	134,0512	-1,95344	0,057614	-532,58	8,86	-23,2699	11,91226	-47,327	0,7874
IPVI		142,74	454,9256	0,31377	0,755283	-776	1061,485	6,0482	19,27548	-32,879	44,9758
DVI		0,05	0,1084	0,50238	0,61809	-0,16	0,273	1,6131	3,211	-4,872	8,0979
SGB		1,67	1,0942	1,53071	0,13352	-0,53	3,885	15,4316	10,08127	-4,928	35,7911
RB		247,92	94,8339	2,61427	0,012451	56,4	439,442	23,0112	8,80216	5,235	40,7875
NDVIG		193,17	214,7124	0,89966	0,373553	-240,45	626,79	15,9258	17,70198	-19,824	51,6757
NDGRI		1038,74	339,4211	3,06033	0,003889	353,27	1724,217	24,5689	8,02818	8,356	40,7822
NDGBI		-63,01	312,6015	-0,20158	0,841245	-694,32	568,299	-2,8907	14,34028	-31,851	26,0701
NDRBI	Pooled										
I		-0,75	0,5179	-1,45387	0,153594	-1,8	0,293	-35,9869	24,75241	-85,975	14,0016
S		2,14	1,5512	1,38215	0,17441	-0,99	5,277	25,0771	18,14353	-11,565	61,7187
RPER		-249,87	422,5589	-0,59132	0,557552	-1103,24	603,507	-3,4987	5,9167	-15,448	8,4503
GPER		-23,51	503,1778	-0,04672	0,962962	-1039,7	992,679	-0,2858	6,11718	-12,64	12,0681
BPER		-259,54	481,7204	-0,53878	0,592949	-1232,4	713,311	-5,4794	10,16999	-26,018	15,0593

## Estimativas dos parâmetros da produtividade em azeitona.kg/ha

	Comment - (B/Z/P)	kg/ha 2011 - Param.	kg/ha 2011 - Std.Err	kg/ha 2011 - t	kg/ha 2011 - p	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt	kg/ha 2011 - Beta (ß)	kg/ha 2011 - St.Err.ß	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt
Intercept		-1544545	1635983	-0,94411	0,350645	-4848480	1759390				
Área da copa		-2953	1247	-2,36712	0,02273	-5472	-434	-5,0806	2,14631	-9,415	-0,746
Perímetro		292	3028	0,09651	0,923583	-5823	6407	0,3048	3,15785	-6,073	6,6822
Raio com base na área		38056	26500	1,43603	0,15858	-15463	91574	4,2645	2,96963	-1,733	10,2618
Circularidade		-19335	34990	-0,55258	0,583549	-90000	51329	-0,5502	0,99562	-2,561	1,4605
Compacidade		-29421	56198	-0,52351	0,603435	-142915	84074	-0,7792	1,48843	-3,785	2,2267
NDVI		1300090	1847235	0,7038	0,485533	-2430477	5030658	31,9461	45,3906	-59,722	123,6142
SAVI		-295899	1280722	-0,23104	0,818432	-2882370	2290572	-10,8887	47,12879	-106,067	84,2899
PVR		533585	433912	1,22971	0,225817	-342718	1409889	7,6085	6,18722	-4,887	20,1038
PCD		-14698	16538	-0,88876	0,379319	-48098	18701	-1,783	2,00617	-5,835	2,2685
PPR		-215766	511408	-0,42191	0,675298	-1248576	817044	-5,5617	13,18233	-32,184	21,0606
IPVI		-1290351	1735551	-0,74348	0,46143	-4795368	2214666	-15,8589	21,33061	-58,937	27,2191
DVI		-45	414	-0,10788	0,914616	-880	791	-0,3833	3,55335	-7,559	6,7928
SGB		-3892	4174	-0,93242	0,356578	-12323	4538	-10,4022	11,15613	-32,932	12,1281
RB		-270361	361793	-0,74728	0,459159	-1001017	460296	-7,279	9,74064	-26,951	12,3926
NDVIG		-139329	819133	-0,17009	0,865773	-1793601	1514942	-3,332	19,58935	-42,894	36,2295
NDGRI		-1761982	1294899	-1,36071	0,181039	-4377084	853121	-12,0887	8,88414	-30,031	5,8532
NDGBI		645735	1192582	0,54146	0,591121	-1762733	3054202	8,5925	15,86923	-23,456	40,6411
NDRBI	Pooled										
I		3099	1976	1,56848	0,124455	-891	7089	42,9631	27,3915	-12,355	98,2813
S		-9290	5918	-1,56973	0,124164	-21241	2662	-31,517	20,07798	-72,065	9,0313
RPER		1184415	1612072	0,73472	0,466694	-2071230	4440060	4,8106	6,54753	-8,412	18,0336
GPOR		2873830	1919635	1,49707	0,142034	-1002950	6750611	10,1343	6,76939	-3,537	23,8053
BPER		2399165	1837774	1,30547	0,19901	-1312295	6110625	14,6922	11,25431	-8,036	37,4207

## Estimativas dos parâmetros da percentagem de frutos picados

	Comment - (B/Z/P)	% de frutos picados - Param.	% de frutos picados - Std.Err	% de frutos picados - t	% de frutos picados - p	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt	% de frutos picados - Beta (ß)	% de frutos picados - St.Err.ß	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt
Intercept		-9504,39	8143,912	-1,16706	0,249931	-25951,4	6942,57				
Área da copa		5,73	6,209	0,92362	0,361089	-6,8	18,27	2,0516	2,22131	-2,434	6,5377
Perímetro		-0,53	15,073	-0,03516	0,972125	-31	29,91	-0,1149	3,2682	-6,715	6,4854
Raio com base na área		-80,15	131,919	-0,60753	0,546848	-346,6	186,27	-1,8672	3,0734	-8,074	4,3397
Circularidade		-93,42	174,182	-0,53633	0,59463	-445,2	258,35	-0,5526	1,03041	-2,634	1,5283
Compacidade		-111,54	279,755	-0,3987	0,692182	-676,5	453,44	-0,6142	1,54044	-3,725	2,4968
NDVI		1658,04	9195,524	0,18031	0,857798	-16912,7	20228,78	8,4704	46,97678	-86,401	103,3419
SAVI		-5492,86	6375,425	-0,86157	0,393936	-18368,3	7382,57	-42,0236	48,77571	-140,528	56,4809
PVR		-4147,1	2160,012	-1,91994	0,061841	-8509,3	215,14	-12,2942	6,40343	-25,226	0,6378
PCD		69,17	82,327	0,84022	0,405658	-97,1	235,44	1,7445	2,07628	-2,449	5,9377
PPR		1245,07	2545,786	0,48907	0,627397	-3896,2	6386,39	6,6724	13,64299	-20,88	34,225
IPVI		16603,38	8639,562	1,92179	0,061602	-844,6	34051,33	42,4254	22,07602	-2,158	87,0088
DVI		2,78	2,059	1,35136	0,18399	-1,4	6,94	4,9697	3,67752	-2,457	12,3966
SGB		-10,04	20,78	-0,48337	0,631404	-52	31,92	-5,581	11,54598	-28,899	17,7366
RB		804,27	1801,005	0,44657	0,657537	-2832,9	4441,47	4,5019	10,08103	-15,857	24,8609
NDVIG		-3271,31	4077,636	-0,80226	0,427031	-11506,3	4963,65	-16,2649	20,27391	-57,209	24,6791
NDGRI		12355,07	6445,999	1,9167	0,062263	-662,9	25373,03	17,6233	9,1946	-0,946	36,1922
NDGBI		-8431,05	5936,663	-1,42017	0,163119	-20420,4	3558,28	-23,3245	16,42378	-56,493	9,844
NDRBI	Pooled										
I		3,3	9,835	0,33583	0,738708	-16,6	23,17	9,5205	28,3487	-47,731	66,7718
S		-12,07	29,46	-0,40986	0,684045	-71,6	47,42	-8,5166	20,7796	-50,482	33,4486
RPER		9668,74	8024,881	1,20485	0,235172	-6537,8	25875,32	8,1644	6,77634	-5,521	21,8495
GPER		5065,59	9555,927	0,5301	0,598902	-14233	24364,18	3,7138	7,00595	-10,435	17,8626
BPER		-3036,48	9148,426	-0,33191	0,741646	-21512,1	15439,14	-3,866	11,64759	-27,389	19,6568

## Estimativas dos parâmetros da percentagem de frutos gafados

	Comment - (B/Z/P)	% de frutos gafados - Param.	% de frutos gafados - Std.Err	% de frutos gafados - t	% de frutos gafados - p	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt	% de frutos gafados - Beta (ß)	% de frutos gafados - St.Err.ß	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt
Intercept		-5849,85	5465,266	-1,07037	0,290714	-16887,2	5187,48				
Área da copa		1,87	4,167	0,44899	0,655806	-6,5	10,29	1,0694	2,3819	-3,741	5,8798
Perímetro		-5,08	10,115	-0,50191	0,618419	-25,5	15,35	-1,7589	3,50448	-8,836	5,3185
Raio com base na área		8,35	88,529	0,09436	0,92528	-170,4	187,14	0,311	3,29559	-6,345	6,9666
Circularidade		75,21	116,891	0,64342	0,523536	-160,9	311,28	0,7109	1,10491	-1,52	2,9423
Compacidade		153,79	187,739	0,81919	0,417416	-225,4	532,94	1,3531	1,65181	-1,983	4,689
NDVI		-155,97	6170,988	-0,02527	0,979958	-12618,5	12306,59	-1,2732	50,37296	-103,003	100,4571
SAVI		193,69	4278,459	0,04527	0,964112	-8446,8	8834,21	2,3677	52,30195	-103,258	107,9936
PVR		-623,85	1449,554	-0,43038	0,669176	-3551,3	2303,58	-2,9551	6,86637	-16,822	10,9118
PCD		29,48	55,249	0,53357	0,596518	-82,1	141,06	1,1879	2,22638	-3,308	5,6842
PPR		-1732,7	1708,442	-1,0142	0,316435	-5183	1717,57	-14,837	14,62931	-44,382	14,7075
IPVI		3318,19	5797,89	0,57231	0,570237	-8390,9	15027,27	13,5477	23,672	-34,259	61,3543
DVI		0,46	1,382	0,33039	0,74279	-2,3	3,25	1,3028	3,94339	-6,661	9,2667
SGB		-5,16	13,945	-0,37027	0,713088	-33,3	23	-4,5842	12,3807	-29,588	20,4191
RB		830,21	1208,629	0,6869	0,496012	-1610,7	3271,09	7,4253	10,80984	-14,406	29,2562
NDVIG		-2122,6	2736,445	-0,77568	0,44239	-7649	3403,76	-16,863	21,73961	-60,767	27,0411
NDGRI		-440,59	4325,82	-0,10185	0,919372	-9176,8	8295,58	-1,0042	9,85932	-20,915	18,9071
NDGBI		2374,21	3984,012	0,59593	0,554495	-5671,7	10420,08	10,4951	17,61114	-25,071	46,0615
NDRBI	Pooled										
I		3,14	6,6	0,47606	0,636557	-10,2	16,47	14,4714	30,39816	-46,919	75,8618
S		-10,02	19,77	-0,50705	0,614834	-50	29,9	-11,2981	22,28186	-56,297	33,7011
RPER		2513,48	5385,386	0,46672	0,643169	-8362,5	13389,49	3,3913	7,26623	-11,283	18,0658
GPER		7547,99	6412,85	1,17701	0,245979	-5403	20499,01	8,8422	7,51244	-6,329	24,0139
BPER		6690,86	6139,382	1,08983	0,282154	-5707,9	19089,59	13,6116	12,48965	-11,612	38,8349

Estimativas dos parâmetros da percentagem de frutos são

	Comment - (B/Z/P)	% de frutos sãos - Param.	% de frutos sãos - Std.Err	% de frutos sãos - t	% de frutos sãos - p	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt	% de frutos sãos - Beta (β)	% de frutos sãos - St.Err.β	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt
Intercept		15999,9	9482,17	1,68737	0,099127	-3149,7	35149,55				
Área da copa		-6,4	7,23	-0,88731	0,380088	-21	8,19	-2,0083	2,26335	-6,579	2,5626
Perímetro		4,4	17,55	0,24851	0,804978	-31,1	39,8	0,8276	3,33007	-5,898	7,5528
Raio com base na área		64,3	153,6	0,41858	0,677709	-245,9	374,49	1,3108	3,13158	-5,014	7,6352
Circularidade		-2,4	202,8	-0,01197	0,990509	-412	407,15	-0,0126	1,04992	-2,133	2,1078
Compacidade		-46,6	325,73	-0,14303	0,886966	-704,4	611,23	-0,2245	1,5696	-3,394	2,9454
NDVI		-1376,1	10706,59	-0,12853	0,898359	-22998,5	20246,29	-6,1522	47,86598	-102,819	90,5151
SAVI		5213,7	7423,07	0,70236	0,486421	-9777,5	20204,9	34,9067	49,69896	-65,462	135,2758
PVR		4166	2514,96	1,65649	0,105256	-913	9245,07	10,808	6,52464	-2,369	23,9848
PCD		-105,5	95,86	-1,10034	0,277604	-299,1	88,11	-2,3278	2,11558	-6,6	1,9446
PPR		439,4	2964,13	0,14822	0,882893	-5546,8	6425,53	2,0605	13,90123	-26,014	30,1346
IPVI		-20915,2	10059,27	-2,0792	0,043895	-41230,3	-600,09	-46,7692	22,49388	-92,196	-1,3419
DVI		-2,9	2,4	-1,23062	0,225477	-7,8	1,89	-4,6113	3,74713	-12,179	2,9562
SGB		14,6	24,19	0,60418	0,549051	-34,2	63,48	7,1079	11,76453	-16,651	30,8669
RB		-1723,3	2096,96	-0,82181	0,415938	-5958,2	2511,59	-8,4415	10,27185	-29,186	12,3029
NDVIG		5782,6	4747,7	1,21798	0,230194	-3805,6	15370,79	25,1607	20,65766	-16,558	66,8797
NDGRI		-10495,2	7505,25	-1,39838	0,169517	-25652,4	4661,95	-13,1009	9,36864	-32,021	5,8194
NDGBI		5254,8	6912,21	0,76022	0,451473	-8704,7	19214,29	12,722	16,73466	-21,074	46,5183
NDRBI	Pooled										
I		-5,5	11,45	-0,48281	0,631796	-28,7	17,6	-13,9462	28,88529	-72,281	44,3888
S		19,2	34,3	0,55871	0,579399	-50,1	88,44	11,8295	21,17293	-30,93	54,5891
RPER		-11795,4	9343,58	-1,26241	0,213936	-30665,1	7074,35	-8,7164	6,9046	-22,661	5,2277
GPER		-10350,3	11126,22	-0,93027	0,357679	-32820,2	12119,51	-6,6408	7,13856	-21,057	7,7759
BPER		-3997,8	10651,75	-0,37532	0,709361	-25509,4	17513,88	-4,4543	11,86806	-28,422	19,5138

Estimativas dos parâmetros de percentagem de caroço no fruto fresco

	Comment - (B/Z/P)	% caroço no fruto fresco - Param.	% caroço no fruto fresco - Std.Err	% caroço no fruto fresco - t	% caroço no fruto fresco - p	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt	% caroço no fruto fresco - Beta (ß)	% caroço no fruto fresco - St.Err.ß	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt
Intercept		-796,33	1080,447	-0,73704	0,465294	-2978,34	1385,672				
Área da copa		-0,12	0,824	-0,1507	0,880954	-1,79	1,539	-0,3329	2,20938	-4,795	4,129
Perímetro		-2,23	2	-1,11458	0,27152	-6,27	1,81	-3,6231	3,25066	-10,188	2,9417
Raio com base na área		17,47	17,502	0,99837	0,323957	-17,87	52,818	3,0519	3,0569	-3,122	9,2254
Circularidade		2,28	23,109	0,09847	0,92204	-44,39	48,944	0,1009	1,02488	-1,969	2,1707
Compacidade		32,31	37,115	0,87044	0,389126	-42,65	107,261	1,3337	1,53217	-1,761	4,4279
NDVI		-339,29	1219,964	-0,27812	0,782321	-2803,06	2124,475	-12,9949	46,72455	-107,357	81,3673
SAVI		304,79	845,823	0,36035	0,720438	-1403,39	2012,964	17,4818	48,51383	-80,494	115,4574
PVR		442,54	286,567	1,54428	0,130204	-136,19	1021,275	9,8356	6,36905	-3,027	22,6982
PCD		-1,97	10,922	-0,18005	0,858003	-24,02	20,091	-0,3718	2,06513	-4,542	3,7988
PPR		422,88	337,748	1,25206	0,217642	-259,21	1104,977	16,9902	13,56974	-10,414	44,3948
IPVI		901,34	1146,205	0,78637	0,436171	-1413,46	3216,15	17,2667	21,95749	-27,077	61,6108
DVI		-0,3	0,273	-1,09484	0,279976	-0,85	0,253	-4,0047	3,65778	-11,392	3,3823
SGB		-5,32	2,757	-1,93016	0,060524	-10,89	0,246	-22,166	11,48399	-45,358	1,0264
RB		-446,54	238,938	-1,86884	0,0688	-929,08	36,008	-18,7387	10,02691	-38,988	1,5111
NDVIG		-404,18	540,977	-0,74713	0,459251	-1496,7	688,347	-15,0658	20,16505	-55,79	25,6583
NDGRI		-1487,03	855,186	-1,73883	0,089569	-3214,11	240,057	-15,902	9,14523	-34,371	2,5671
NDGBI		231,34	787,613	0,29372	0,770453	-1359,28	1821,955	4,7981	16,3356	-28,192	37,7885
NDRBI	Pooled										
I		2,48	1,305	1,90161	0,064266	-0,15	5,116	53,6186	28,19649	-3,325	110,5626
S		-7,08	3,908	-1,81181	0,077344	-14,97	0,812	-37,4466	20,66803	-79,187	4,2933
RPER		181,94	1064,655	0,17089	0,865153	-1968,18	2332,052	1,1518	6,73995	-12,46	14,7634
GPER		-566,6	1267,778	-0,44693	0,657281	-3126,93	1993,728	-3,1143	6,96833	-17,187	10,9585
BPER		-98,11	1213,715	-0,08083	0,935968	-2549,26	2353,039	-0,9365	11,58505	-24,333	22,46

Estimativas dos parâmetros da percentagem de humidade na polpa fresca

	Comment - (B/Z/P)	% humidade na polpa fresca - Param.	% humidade na polpa fresca - Std.Err	% humidade na polpa fresca - t	% humidade na polpa fresca - p	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt	% humidade na polpa fresca - Beta (ß)	% humidade na polpa fresca - St.Err.ß	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt
Intercept		2282,99	2482,904	0,91948	0,363221	-2731,34	7297,313				
Área da copa		0,43	1,893	0,22563	0,822613	-3,4	4,25	0,5117	2,2677	-4,068	5,0914
Perímetro		6,1	4,595	1,32803	0,191515	-3,18	15,383	4,4309	3,33646	-2,307	11,169
Raio com base na área		-49,67	40,219	-1,23489	0,223901	-130,89	31,558	-3,8746	3,13759	-10,211	2,4619
Circularidade		38,11	53,104	0,71759	0,477081	-69,14	145,353	0,7549	1,05193	-1,37	2,8793
Compacidade		-48,91	85,291	-0,57351	0,569435	-221,16	123,334	-0,9019	1,57261	-4,078	2,2741
NDVI		-3398,71	2803,518	-1,2123	0,232336	-9060,53	2263,108	-58,1394	47,95786	-154,992	38,7134
SAVI		2643,61	1943,73	1,36007	0,18124	-1281,84	6569,05	67,7238	49,79437	-32,838	168,2855
PVR		-372,99	658,541	-0,56639	0,574218	-1702,94	956,961	-3,7026	6,53716	-16,905	9,4995
PCD		7,81	25,1	0,31118	0,757244	-42,88	58,5	0,6596	2,11964	-3,621	4,9403
PPR		563,93	776,156	0,72657	0,471615	-1003,54	2131,413	10,1197	13,92792	-18,008	38,2477
IPVI		-684,52	2634,017	-0,25988	0,796259	-6004,03	4634,984	-5,8569	22,53706	-51,371	39,6576
DVI		0,12	0,628	0,18463	0,854429	-1,15	1,384	0,6932	3,75433	-6,889	8,2752
SGB		-4,09	6,335	-0,64549	0,522205	-16,88	8,705	-7,6085	11,78712	-31,413	16,1961
RB		496,92	549,088	0,90498	0,370761	-611,99	1605,82	9,3137	10,29157	-11,471	30,098
NDVIG		-284,67	1243,184	-0,22899	0,820017	-2795,33	2225,986	-4,7394	20,69732	-46,539	37,0596
NDGRI		1570,96	1965,247	0,79937	0,428684	-2397,94	5539,852	7,5034	9,38662	-11,453	26,46
NDGBI		-2129,22	1809,961	-1,17639	0,246224	-5784,51	1526,07	-19,7243	16,76678	-53,585	14,1369
NDRBI	Pooled										
I		0,14	2,999	0,04642	0,963198	-5,92	6,195	1,3435	28,94074	-57,103	59,7905
S		-0,51	8,982	-0,05727	0,954611	-18,65	17,625	-1,2148	21,21357	-44,057	41,6268
RPER		-2493,42	2446,614	-1,01913	0,314117	-7434,46	2447,617	-7,0502	6,91786	-21,021	6,9207
GPER		-1254,38	2913,397	-0,43056	0,669047	-7138,1	4629,346	-3,0794	7,15226	-17,524	11,3648
BPER		-3825,61	2789,159	-1,3716	0,177648	-9458,43	1807,209	-16,3095	11,89085	-40,324	7,7046

**Estimativas dos parâmetros da percentagem de gordura em fruto fresco**



	Comment - (B/Z/P)	% de Gordura em Fruto Fresco - Param.	% de Gordura em Fruto Fresco - Std.Err	% de Gordura em Fruto Fresco - t	% de Gordura em Fruto Fresco - p	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt	% de Gordura em Fruto Fresco - Beta (β)	% de Gordura em Fruto Fresco - St.Err.β	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt
Intercept		69,67	1605,638	0,04339	0,965602	-3172,98	3312,32				
Área da copa		-0,98	1,224	-0,80165	0,427377	-3,45	1,491	-1,7709	2,20905	-6,232	2,6904
Perímetro		-1,67	2,972	-0,5603	0,578323	-7,67	4,336	-1,8211	3,25016	-8,385	4,7428
Raio com base na área		25,11	26,009	0,96554	0,339934	-27,41	77,639	2,9511	3,05644	-3,221	9,1237
Circularidade		42,68	34,341	1,24279	0,221005	-26,67	112,033	1,2735	1,02473	-0,796	3,343
Compacidade		65,77	55,156	1,19244	0,239943	-45,62	177,16	1,8267	1,53194	-1,267	4,9206
NDVI		240,43	1812,972	0,13262	0,895145	-3420,94	3901,801	6,1955	46,71748	-88,152	100,5434
SAVI		-483,92	1256,967	-0,38499	0,702237	-3022,41	2054,58	-18,6743	48,50649	-116,635	79,2865
PVR		180,4	425,864	0,42361	0,674067	-679,65	1040,448	2,6976	6,36809	-10,163	15,5582
PCD		11,33	16,231	0,69812	0,489044	-21,45	44,112	1,4415	2,06482	-2,728	5,6115
PPR		-75,92	501,922	-0,15127	0,880506	-1089,58	937,728	-2,0524	13,56769	-29,453	25,3481
IPVI		791,1	1703,36	0,46444	0,644793	-2648,9	4231,105	10,1963	21,95416	-34,141	54,5336
DVI		-0,41	0,406	-1,0042	0,321174	-1,23	0,412	-3,6726	3,65723	-11,058	3,7133
SGB		2,94	4,097	0,71826	0,476672	-5,33	11,217	8,2472	11,48225	-14,942	31,4361
RB		-184,99	355,083	-0,52099	0,605176	-902,1	532,109	-5,2231	10,02539	-25,47	15,0236
NDVIG		207,29	803,939	0,25785	0,797815	-1416,29	1830,881	5,1987	20,162	-35,519	45,9167
NDGRI		-744,7	1270,881	-0,58597	0,561109	-3311,29	1821,9	-5,358	9,14385	-23,824	13,1084
NDGBI		605,37	1170,461	0,51721	0,60779	-1758,42	2969,166	8,4476	16,33313	-24,538	41,4331
NDRBI	Pooled										
I		-0,69	1,939	-0,35808	0,722123	-4,61	3,222	-10,095	28,19222	-67,03	46,8404
S		2,42	5,808	0,41685	0,67896	-9,31	14,151	8,6142	20,66491	-33,119	50,3479
RPER		-482,79	1582,17	-0,30515	0,761799	-3678,05	2712,464	-2,0564	6,73893	-15,666	11,5532
GPER		-1129,13	1884,028	-0,59931	0,552261	-4934	2675,746	-4,1756	6,96728	-18,246	9,8951
BPER		-14,22	1803,686	-0,00788	0,99375	-3656,83	3628,403	-0,0913	11,5833	-23,484	23,3017

Estimativas dos parâmetros da produtividade em azeite.kg/ha

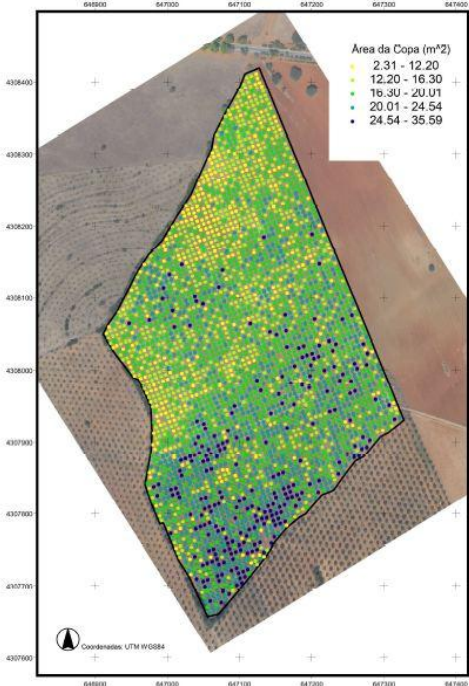
	Comment - (B/Z/P)	kg de azeite/há - Param.	kg de azeite/há - Std.Err	kg de azeite/há - t	kg de azeite/há - p	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt	kg de azeite/há - Beta (ß)	kg de azeite/há - St.Err.ß	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt
Intercept		-242743	256192,8	-0,9475	0,348936	-760134	274649				
Área da copa		-469	195,3	-2,40262	0,020889	-864	-75	-5,076	2,11267	-9,343	-0,8093
Perímetro		-5	474,2	-0,01123	0,991093	-963	952	-0,0349	3,10837	-6,312	6,2426
Raio com base na área		6454	4149,9	1,55512	0,127603	-1927	14835	4,5458	2,92309	-1,358	10,4491
Circularidade		-2417	5479,5	-0,44107	0,661479	-13483	8649	-0,4323	0,98002	-2,411	1,5469
Compacidade		-3354	8800,6	-0,38112	0,705079	-21127	14419	-0,5584	1,4651	-3,517	2,4005
NDVI		184530	289274,7	0,63791	0,527081	-399672	768732	28,5013	44,67936	-61,731	118,7331
SAVI		-40288	200559,4	-0,20088	0,841785	-445326	364750	-9,3189	46,39032	-103,006	84,3683
PVR		88344	67950,1	1,30012	0,20082	-48884	225572	7,9181	6,09027	-4,381	20,2177
PCD		-2242	2589,9	-0,86578	0,391649	-7473	2988	-1,7097	1,97474	-5,698	2,2784
PPR		-29282	80085,9	-0,36563	0,716519	-191019	132455	-4,7444	12,97578	-30,949	21,4607
IPVI		-183350	271785,1	-0,67461	0,503708	-732231	365531	-14,1644	20,99638	-56,567	28,2386
DVI		-23	64,8	-0,3603	0,72047	-154	107	-1,2602	3,49767	-8,324	5,8035
SGB		-510	653,7	-0,77983	0,439969	-1830	810	-8,5636	10,98132	-30,741	13,6137
RB		-48341	56656,4	-0,85323	0,398489	-162761	66079	-8,1808	9,58802	-27,544	11,1826
NDVIG		-14174	128275,1	-0,1105	0,912552	-273231	244882	-2,1307	19,2824	-41,072	36,8109
NDGRI		-298825	202779,5	-1,47364	0,148215	-708346	110697	-12,8869	8,74493	-30,548	4,7738
NDGBI		101670	186756,7	0,5444	0,589117	-275493	478833	8,5038	15,62057	-23,043	40,0502
NDRBI	Pooled										
I		451	309,4	1,4585	0,152322	-174	1076	39,3245	26,96229	-15,127	93,7759
S		-1337	926,8	-1,44289	0,156648	-3209	534	-28,5164	19,76337	-68,429	11,3965
RPER		172941	252448,3	0,68505	0,497164	-336889	682771	4,4151	6,44494	-8,601	17,4309
GPER		427713	300612,3	1,42281	0,162357	-179385	1034812	9,4806	6,66332	-3,976	22,9375
BPER		362336	287793,1	1,25901	0,215146	-218874	943546	13,9473	11,07796	-8,425	36,3197

Estimativas dos parâmetros da percentagem de acidez média

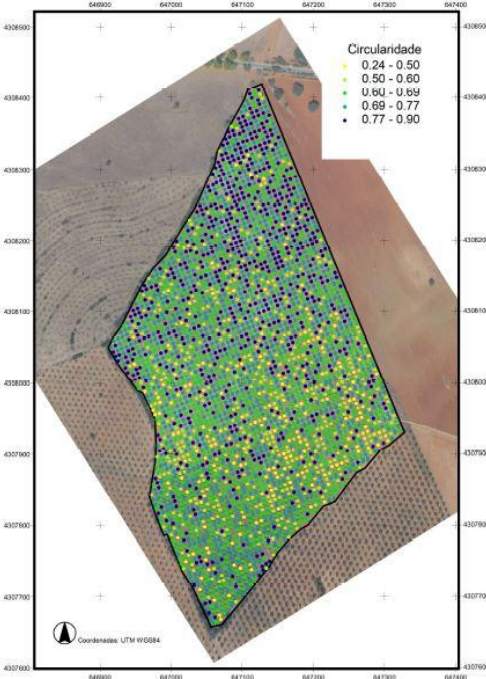
	Comment - (B/Z/P)	% Acidez Média - Param.	% Acidez Média - Std.Err	% Acidez Média - t	% Acidez Média - p	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt	% Acidez Média - Beta (ß)	% Acidez Média - St.Err.ß	-95,00% - Cnf.Lmt	+95,00% - Cnf.Lmt
Intercept		41,423	86,0163	0,48158	0,632667	-132,29	215,1369				
Área da copa		-0,073	0,0656	-1,11036	0,273315	-0,205	0,0596	-2,4352	2,19321	-6,865	1,994
Perímetro		-0,034	0,1592	-0,21405	0,831572	-0,356	0,2874	-0,6907	3,22686	-7,207	5,8261
Raio com base na área		1,443	1,3933	1,03598	0,306285	-1,37	4,2574	3,1437	3,03452	-2,985	9,272
Circularidade		-2,051	1,8397	-1,11495	0,271366	-5,767	1,6642	-1,1343	1,01738	-3,189	0,9203
Compacidade		-1,561	2,9548	-0,52824	0,600183	-7,528	4,4065	-0,8034	1,52095	-3,875	2,2682
NDVI		64,454	97,1234	0,66363	0,510643	-131,691	260,5986	30,7807	46,38247	-62,891	124,452
SAVI		-22,004	67,3375	-0,32677	0,745506	-157,994	113,9871	-15,7367	48,15864	-112,995	81,5217
PVR		11,855	22,8141	0,51961	0,606127	-34,22	57,9286	3,2852	6,32242	-9,483	16,0536
PCD		-0,431	0,8695	-0,49552	0,622881	-2,187	1,3252	-1,0158	2,05001	-5,156	3,1243
PPR		25,444	26,8887	0,94627	0,349557	-28,859	79,7466	12,7466	13,47039	-14,457	39,9506
IPVI		-78,895	91,2514	-0,86459	0,392296	-263,181	105,3911	-18,8452	21,79673	-62,865	25,1742
DVI		-0,021	0,0217	-0,98659	0,32963	-0,065	0,0225	-3,5823	3,631	-10,915	3,7506
SGB		-0,156	0,2195	-0,7086	0,482581	-0,599	0,2877	-8,078	11,39991	-31,101	14,9446
RB		-13,72	19,0223	-0,72129	0,474827	-52,137	24,6958	-7,1793	9,9535	-27,281	12,9222
NDVIG		19,797	43,0681	0,45966	0,64819	-67,181	106,7744	9,2012	20,01742	-31,225	49,6271
NDGRI		36,604	68,0829	0,53764	0,593732	-100,892	174,1002	4,8809	9,07828	-13,453	23,2148
NDGBI		-84,459	62,7032	-1,34696	0,18539	-211,091	42,1728	-21,8424	16,216	-54,591	10,9065
NDRBI	Pooled										
I		0,049	0,1039	0,46857	0,641862	-0,161	0,2585	13,1152	27,99005	-43,412	69,6422
S		-0,116	0,3112	-0,37246	0,711469	-0,744	0,5125	-7,6416	20,51672	-49,076	33,7927
RPER		67,183	84,7591	0,79263	0,432554	-103,991	238,3574	5,3032	6,69061	-8,209	18,8152
GPER		-9,965	100,93	-0,09873	0,921832	-213,797	193,8673	-0,683	6,91732	-14,653	13,2868
BPER		-140,122	96,626	-1,45015	0,154625	-335,262	55,0183	-16,677	11,50024	-39,902	6,5482

# 7.5 Cartografia

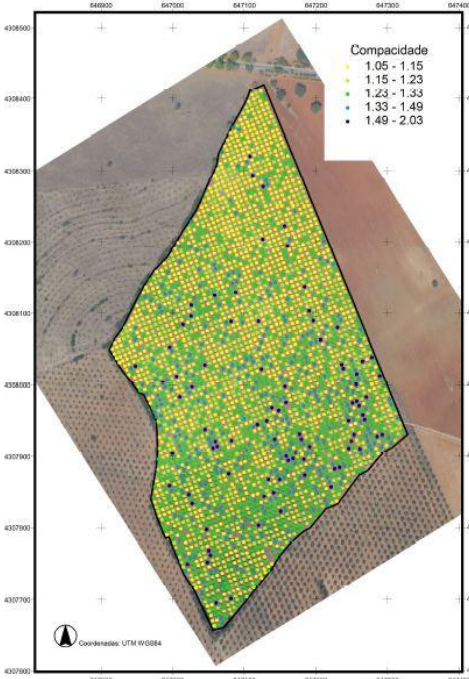
Herdade da Sibreira - Olival - Área da Copa



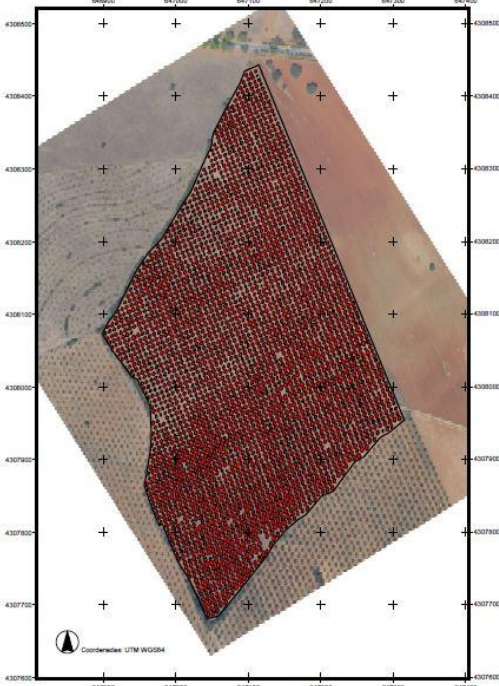
Herdade da Sibreira - Olival - Circularidade



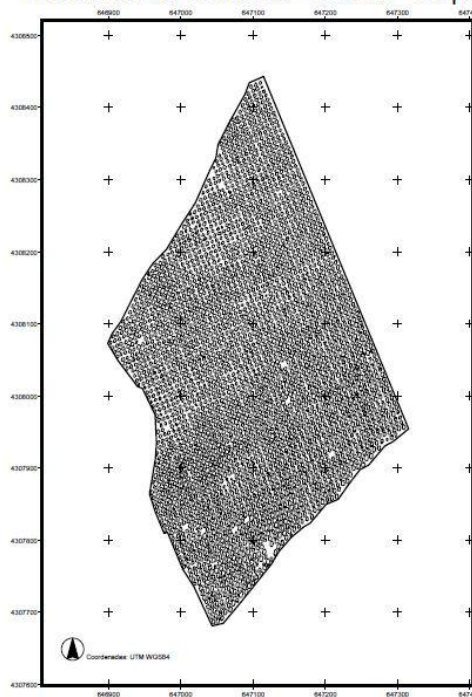
Herdade da Sibreira - Olival - Compacidade



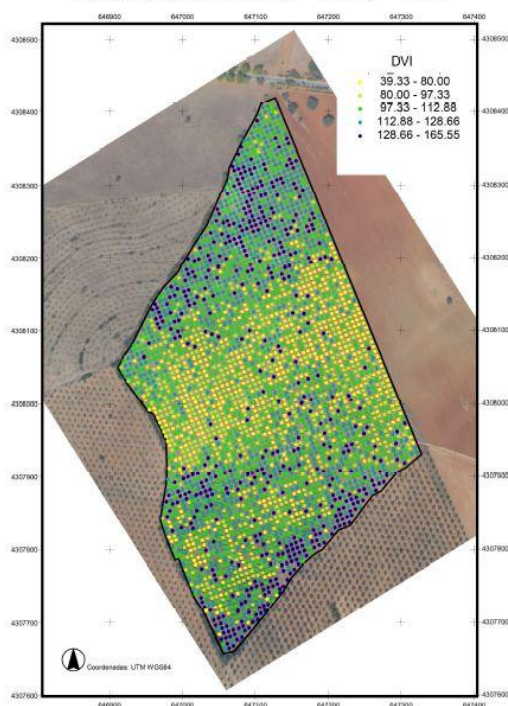
Herdade da Sibreira - Olival - Copas



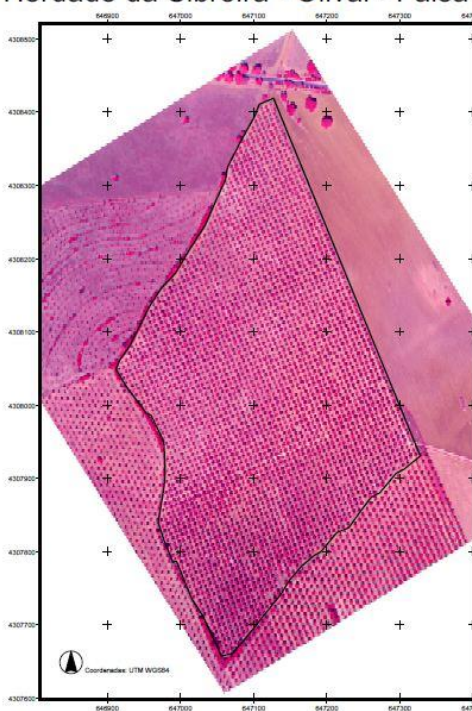
Herdade da Sibreira - Olival - Copas



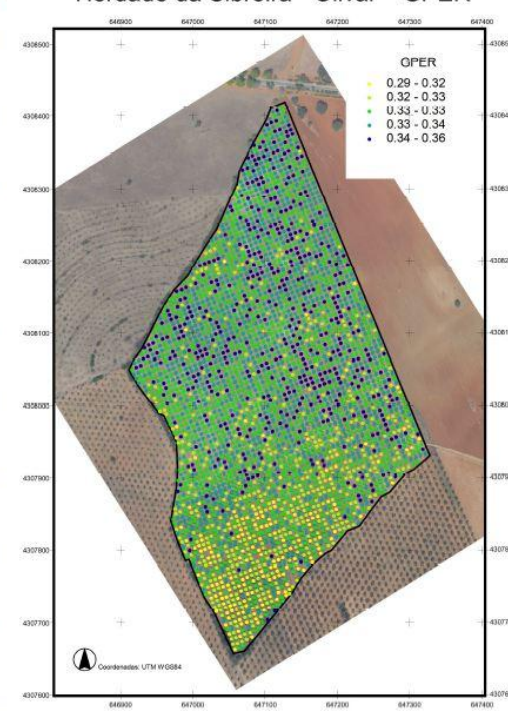
Herdade da Sibreira - Olival - DVI



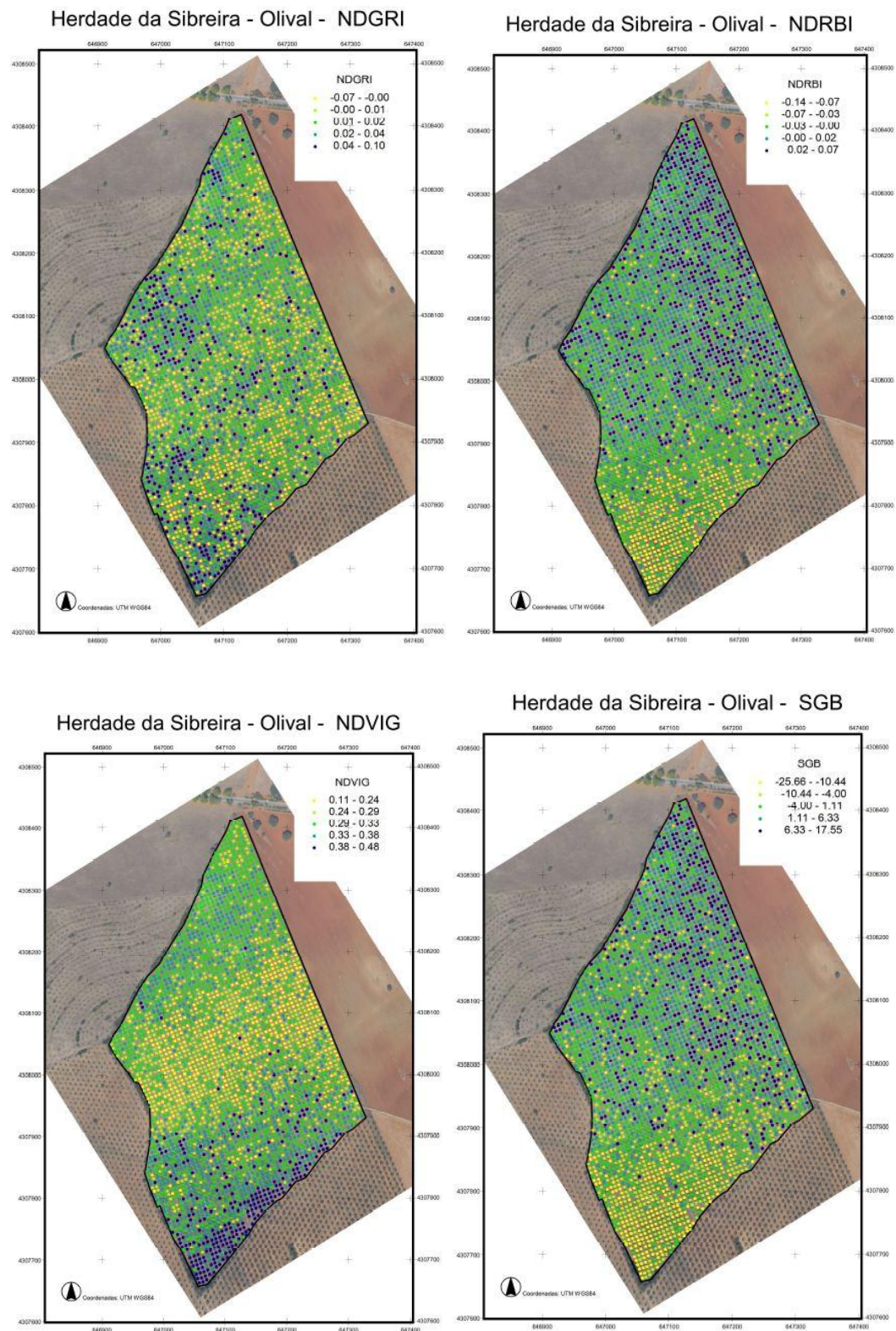
Herdade da Sibreira - Olival - Falsa-cor



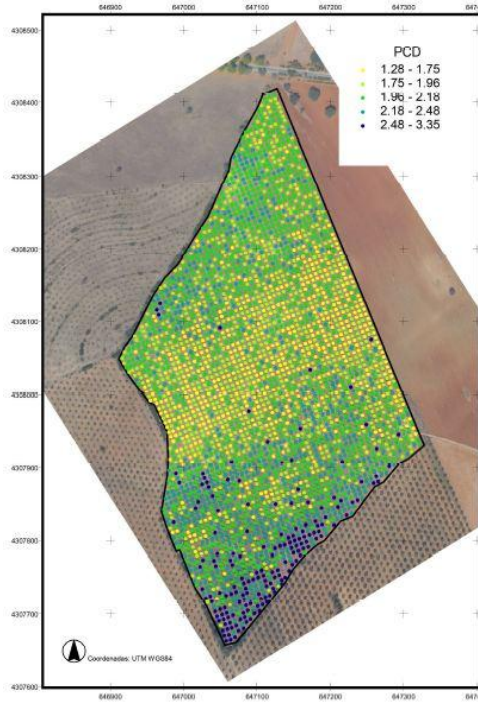
Herdade da Sibreira - Olival - GPER



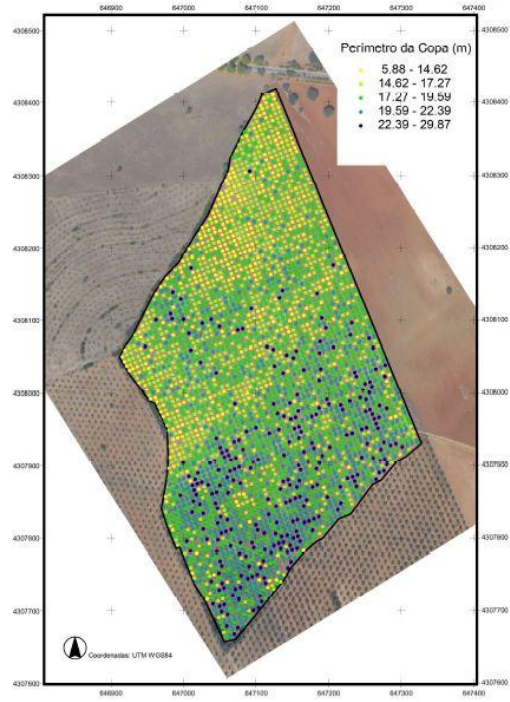




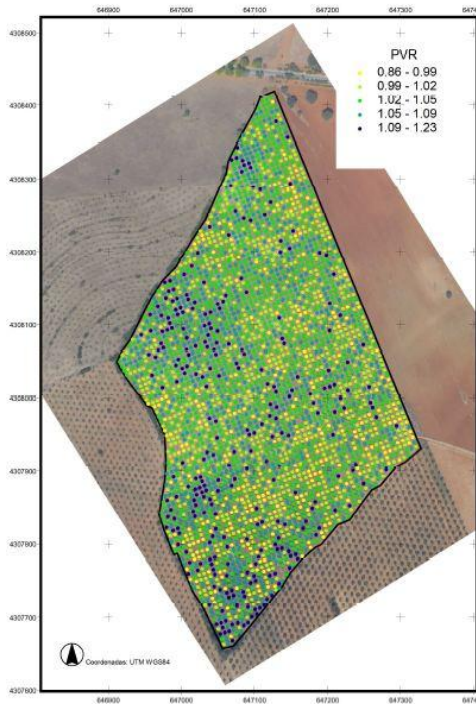
Herdade da Sibreira - Olival - PCD



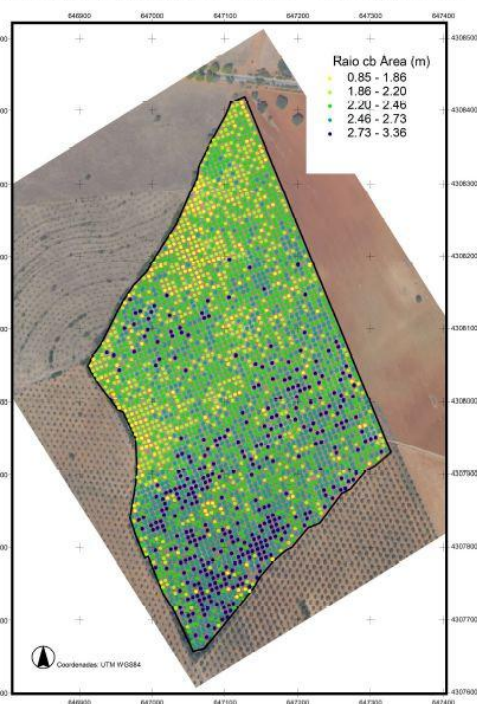
Herdade da Sibreira - Olival - Perímetro da Copa



Herdade da Sibreira - Olival - PVR

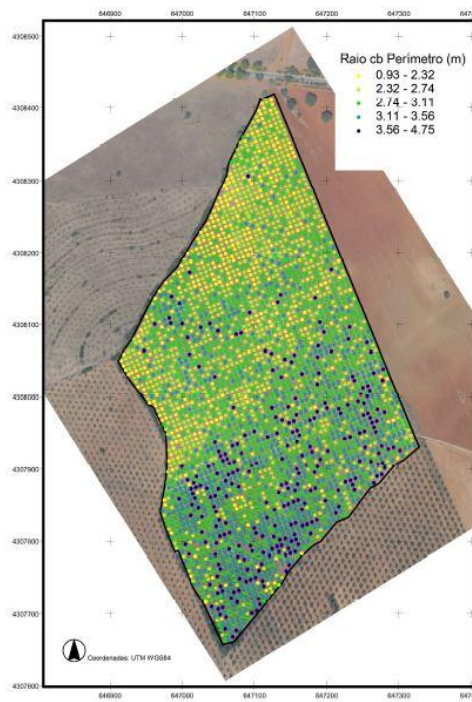


Herdade da Sibreira - Olival - Raio cb Área

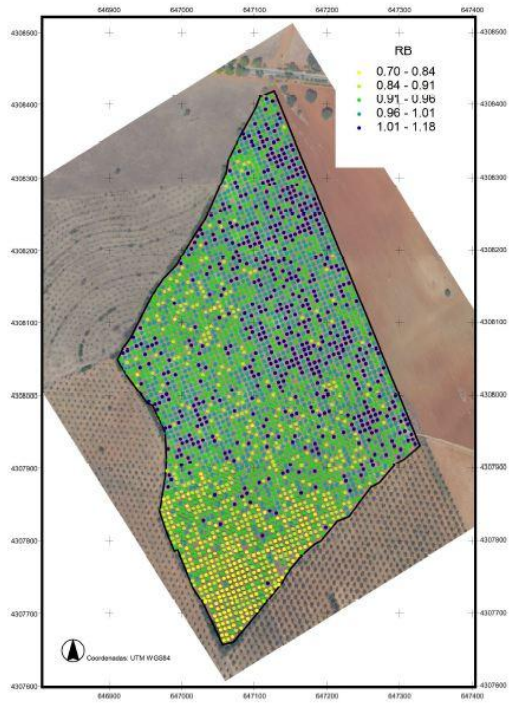




Herdade da Sibreira - Olival - Raio cb Perímetro



Herdade da Sibreira - Olival - RB



Herdade da Sibreira - Olival - RPER

